



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Centro Universitario de Totonicapán**  
**Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado**  
**Ingeniería Forestal**



**Tesis**

**Estudio del comportamiento de la regeneración natural del pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede), en el bosque comunal de Cakbachuy, Momostenango, Totonicapán.**

**Estudio realizado en el bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango departamento de Totonicapán.**

**Por**

**Josué Ismael Vásquez Talé**

**En el Acto de Investidura como  
Ingeniero Forestal**

**En el grado académico de  
Licenciado en Ciencias Forestales**

**Totonicapán, Guatemala, C. A.  
noviembre de 2018**

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

### **RECTOR**

M.Sc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos

### **Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario de Totonicapán**

Dr. Eduardo Abril Gálvez	Director General
Ing. Luis Carlos Rodríguez Sosa	Secretario del Consejo Directivo
Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez	Representante de la Facultad de Ingeniería
Srita. Valeska Jimena Contreras Paz	Representante Estudiantil de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Sr. Keevin Josué González Torres	Representante Estudiantil de la Facultad de Odontología
Dr. Augusto Roberto Wehncke Azuridia	Representante del Colegio Estomatológico
Dr. Julián Alejandro Saquimux Canastuj	Representantes de los Profesores de la Facultad de Ciencias Médicas

### **Autoridades del Centro Universitario de Totonicapán**

Dr. Eduardo Abril Gálvez	Director General
Ing. Luis Carlos Rodríguez Sosa	Planificador Académico
Lic. Arnoldo Castañón Ramírez	Coordinador Académico

### **Coordinación de Departamento de EPS**

Licda. Fabiana Camila Tzul de Alvarado	Coordinadora del Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado
--	---

### **Coordinación de Carrera**

Ing. For. Jaime Martínez Leiva	Ingeniería Forestal
--------------------------------	---------------------

### **Asesor**

M.Sc. Ing. For. Armando Enrique Batz Batz.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CUNTOTO**  
CENTRO UNIVERSITARIO DE TOTONICAPÁN

Ref: DEAG/CUNTOTO 003-2018

El Director del Centro Universitario de Totonicapán de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Planificador Académico, al trabajo de graduación presentado por el estudiante universitario **JOSUÉ ISMAEL VÁSQUEZ TALÉ**, carné **201142222**, autoriza la impresión de tres (3) ejemplares del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Dr. Eduardo Abril Gálvez  
Director

Centro Universitario de Totonicapán -CUNTOTO-  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, noviembre 2018

DICTAMEN ILRS/CUNTOTO 003-2018

El Planificador del Centro Universitario de Totonicapán, después de conocer el dictamen del Coordinador de la carrera de Ingeniería Forestal, Ingeniero Jaime Javier Martínez Leiva, al trabajo de graduación del estudiante universitario **JOSUÉ ISMAEL VÁSQUEZ TALÉ**, carné **201142222**, da por este medio su **APROBACIÓN** a dicho trabajo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Luis Carlos Rodríguez  
Planificador Académico  
Centro Universitario de Totonicapán  
CUNTOTO -USAC-

Guatemala, junio 2018

**Dedicatoria a:****Dios**

Fuente de sabiduría por permitirme concluir esta fase en la vida personal y profesional.

**Mis padres**

Dionisio Vásquez y Micaela Talé, infinito agradecimiento por el apoyo brindado en todo el transcurso de este proceso.

**Mis hermanos**

Gracias por el apoyo.

**Asesor**

M.Sc. Ing. For. Armando Enrique Batz Batz por el apoyo y el asesoramiento durante el proceso, la cual contribuyó a la formación profesional y personal.

**Docentes**

Por los sabios conocimientos y los consejos compartidos durante el proceso de estudio.

**Centro Universitario de  
Totoncapán CUNTOTO-USAC**

Por ser la casa de estudios donde se adquirió los conocimientos y la formación profesional y personal.

## **Agradecimientos**

<b>Dios</b>	Por la sabiduría, inteligencia y salud en este proceso académico.
<b>Mis padres</b>	Infinito agradecimiento por el apoyo brindado en todo el transcurso de este proceso.
<b>Mis hermanos</b>	Gracias por el apoyo moral.
<b>Asesor</b>	M.Sc. Ing. For. Armando Enrique Batz Batz por sus aportes, en la realización de la presente investigación.
<b>Docentes</b>	Por la formación como profesional, compartiendo sus conocimientos y experiencias.
<b>Todas las personas</b>	Que colaboraron en mi proceso de tesis y poder llevar a cabo esta investigación.

## Índice general

## Páginas

Hoja de respeto	
Carátula interna	
Hoja de Autoridades	
Hoja de dictamen de planificación académica	
Hoja de dictamen de dirección	
Dedicatoria.....	XI
Agradecimientos.....	XII
Índice General.....	XIII
Índice de Tablas.....	XVI
Índice de Figuras.....	XVIII
Introducción.....	XIX
Resumen.....	XXI
K 'utb'al pa ri cha'ab'al K'iche '.....	XXIII
Abstract.....	XXV

## Capítulo I

1.1 Marco referencial .....	1
1.2 Antecedentes .....	5
1.3 Marco teórico .....	12
1.4 Marco legal .....	21

## Capítulo II

2.1 Planteamiento del problema .....	26
2.2 Objetivos.....	27
2.2.1 Objetivo general .....	27
2.2.2 Objetivos específicos .....	28
2.3 Hipótesis.....	28
2.4 Variables .....	28
2.4.1 Definición de las variables .....	29



2.4.2 Operacionalización de las variables.....	30
<b>2.5 Alcances .....</b>	<b>32</b>
2.5.1 Geográfico.....	32
2.5.2 Social.....	33
2.5.3 Temporal .....	33
<b>2.6 Límites .....</b>	<b>33</b>
2.6.1 Financieros.....	33
2.6.2 Geográfico.....	33
2.6.3 Social.....	33
<b>2.7 Aportes .....</b>	<b>33</b>
2.7.1 Técnico .....	33
2.7.2 Social.....	34
2.7.3 Profesional .....	34

### Capítulo III

<b>3.1 Metodología.....</b>	<b>35</b>
3.1.1 Enfoque de la investigación .....	35
3.1.2 Tipo de investigación .....	35
3.1.3 Método.. .....	35
3.1.4 Técnicas e instrumentos .....	36
3.1.5 Muestreo .....	37
3.1.5.1 Tipo de muestreo.....	37
3.1.5.2 Criterio de aplicación.....	39
<b>3.2 Recursos.....</b>	<b>49</b>
3.2.1 Talento humano .....	49
3.2.2 Físicos... .....	50
3.2.3 Financieros.....	50

### Capítulo IV

<b>4.1 Resultados.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Comprobación de hipótesis.....</b>	<b>63</b>

<b>4.3 Discusión de resultados.....</b>	<b>67</b>
<b>4.4 Conclusiones .....</b>	<b>71</b>
<b>4.5 Recomendaciones .....</b>	<b>73</b>
Referencias bibliográficas.....	74
Glosario .....	79
Anexos .....	83

## Capítulo V

<b>5.1 Guía técnica para el manejo silvícola forestal de aclareos y podas en regeneración natural de coníferas .....</b>	<b>130</b>
<b>5.2 Introducción.....</b>	<b>131</b>
<b>5.3 Objetivos .....</b>	<b>132</b>
5.3.1 Objetivo General.....	132
5.3.2 Objetivos Específicos .....	132
<b>5.4 Marco de referencial .....</b>	<b>133</b>
<b>5.5 Marco teórico .....</b>	<b>135</b>
<b>5.6 Marco legal.....</b>	<b>140</b>
<b>5.7 Metodología .....</b>	<b>148</b>
5.7.1 Métodos .....	148
5.7.2 Técnicas .....	148
5.7.3 Herramientas .....	149
<b>5.8 Recursos .....</b>	<b>150</b>
5.8.1 Talento humano.....	150
5.8.2 Físicos.....	150
5.8.3 Financieros .....	150
<b>5.9 Guía técnica para el manejo silvícola forestal de aclareos y podas en regeneración natural.....</b>	<b>148</b>
Referencias bibliográficas.....	149
Glosario.....	151
Anexo.....	153

### Índice de tablas

Tabla.No.1. Operacionalización de la variable interviniente.....	30
Tabla.No.2. Operacionalización de la variable independiente.....	31
Tabla.No.3. Operacionalización de la variable dependiente.....	32
Tabla.No.4. Tamaño de las parcelas de la investigación.....	42
Tabla.No.5. Forma de las parcelas utilizadas en la investigación.....	42
Tabla.No.6 Recursos humanos.....	49
Tabla.No.7 Recursos físicos.....	50
Tabla.No.8. Datos de pendiente y altitudes.....	51
Tabla.No.9. Datos de las parcelas levantadas.....	52
Tabla.No.10. Análisis estadístico de la regeneración natural.....	53
Tabla.No.11. Análisis estadístico de la regeneración natural del estrato plántula y brinzal del área de estudio.....	54
Tabla.No.12. Número de individuos por hectárea de la exposición de la regeneración natural.....	55
Tabla.No.13. Número de frecuencia de las clases diamétricas.....	58
Tabla. No.14. Porcentaje de regeneración natural.....	59
Tabla No .15. Niveles de correlaciones de Spearman.....	63
Tabla. No.16 Resultado de Coeficiente de correlación plántula.....	64
Tabla. No.17 Resultado de Coeficiente de correlación brinzal.....	64
Tabla. No.18. Resultado de Coeficiente de correlación fustal.....	64
Tabla. No.19. Presupuesto para el desarrollo de la propuesta.....	83
Tabla. No.20. Boleta de campo.....	84
Tabla. No.21. Preguntas de la entrevista no estructurada.....	85
Tabla. No.22. Datos de las parcelas levantadas.....	86

Tabla. No.23. Datos de volúmenes de la categoría fustal.....	105
Tabla. No.24. Resumen de volúmenes de la categoría fustal.....	109
Tabla. No.25. Procedimiento estadístico de la categoría fustal.....	110
Tabla. No.26. Datos de plántula y brinzal.....	111
Tabla. No.27. Ejemplo para las densidades de regeneración.....	112
Tabla. No.28. Estrato de plántulas y brinzales.....	113
Tabla. No.29. Valores críticos de la t de student.....	114
Tabla. No.30. Datos de coordenadas geográficas GTM.....	115
Tabla. No.31. Procedimientos correlación plántula-altitud.....	116
Tabla. No.32. Procedimientos correlación plántula-pendiente.....	117
Tabla. No.33. Procedimientos correlación plántula-exposición.....	118
Tabla. No.34. Procedimientos correlación brinzal-exposición.....	119
Tabla. No.35. Procedimientos correlación brinzal-pendiente.....	120
Tabla. No.36. Procedimientos correlación brinzal-altitud.....	121
Tabla. No.37. Procedimientos correlación fusta-exposiciónl.....	122
Tabla. No.38. Procedimientos correlación fustal-pendiente.....	123
Tabla. No.39. Procedimientos correlación fustal-altitud.....	124
Tabla. No.40. Tabla de correlaciones Spearman.....	125
Tabla. No.41. Talento humano.....	147
Tabla. No.42. Recursos físicos.....	147
Tabla. No.43. Presupuesto de la propuesta.....	153
Tabla. No.44. Cronograma de actividades.....	154

## Índice de Figuras

Figura.No.1. Mapa, muestreo sistemático por exposición.....	41
Figura.No.2. Número de individuos por hectárea y exposición de las categorías de Plántula, Brinzal, Latizal y Fustal.....	56
Figura. No.3.Abundancia de regeneración natural de ( <b><i>Pinus oocarpa</i></b> Schiede) por hectárea, del área de estudio.....	57
Figura.No.4.Clase de desarrollo general del bosque comunal Cakbachuy del municipio de Momostenango.....	58
Figura. No. 5.Calidad de regeneración natural en porcentaje.....	60
Figura.No.6.Calidad de regeneración natural fustal del Pino colorado <b><i>Pinus oocarpa</i></b> Schiede por exposicion.....	61
Figura.No.7.Mapa de ubicación del área de investigación.....	126

## Introducción

El bosque es uno de los recursos fundamentales de subsistencia para la humanidad. El municipio de Momostenango posee bosques de coníferas, las cuales están descuidadas, por la falta de manejo silvicultural (antropogénicos y biológicos), por ende, se realizó esta investigación titulada: “Estudio del comportamiento de la regeneración natural del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), en el bosque comunal de Cakbachuy, del municipio de Momostenango, Totonicapán.

Asimismo, los bosques de coníferas del municipio de Momostenango, son importantes para la población, las cuales son fuente de recarga hídrica proveyendo a la población de agua potable, vitales para el municipio, sin embargo las masas boscosas, evidencian condiciones de deterioro por falta de guías prácticas de manejo de regeneración natural que garanticen la sustentabilidad del bosque comunal.

Por otro lado, las principales causas que afectan los bosques son, incendios forestales, cambio de uso de la tierra y tala ilegal, entre los fenómenos ambientales se encuentran, plagas y enfermedades. Además, se considera que la principal causa de la decadencia de la cobertura forestal es la disminución de regeneración natural.

Por consiguiente, para determinar si existe alguna dependencia en cuanto a la abundancia de regeneración natural, con base a las variables: pendiente, altitud y exposición, se utilizó el método estadístico de Spearman, correlacionado con la regeneración natural donde se determinó que en su mayoría las variables siendo ellas, altitud, exposición y pendiente; están directamente relacionadas en cuanto a su abundancia.

De tal manera, que al afectarse la dinámica natural de los bosques, se crean espacios propicios para que se establezca la regeneración natural como mecanismo de restauración ecológica de la masa forestal afectada. Si bien es cierto, diversos investigadores aseguran que la regeneración natural resulta ser una buena alternativa de recuperación, al disminuir los costos de inversión, las ventajas

biológicas y ecológicas de la nueva población, en las acciones de manejo forestal de Guatemala el cual, por cierto, es importante, pero se le ha dado poca importancia, ya que el principal medio de recuperación de áreas forestales la reforestación, en zonas deforestadas.

El área del bosque comunal de Cakbachuy ubicado en el Barrio Santa Ana donde se realizó la investigación es de 100 hectáreas, pertenecientes al municipio de Momostenango, la disminución de regeneración natural del Pino Colorado es producto de factores antropogénicos, lo cual ha motivado esta investigación que tiene como objetivo evaluar la calidad y abundancia de regeneración natural de la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), se considera de importancia forestal, ecológica, científica y socioeconómica.

En la investigación, se abordan los siguientes capítulos: capítulo I se describen los antecedentes, marco teórico y marco legal que sustenta la investigación.

El capítulo II presenta el planteamiento del problema, objetivo general y específicos, hipótesis, variables con definición y operacionalización, alcances, límites y aportes que tiene la investigación.

En el capítulo III se establece la metodología, siendo un enfoque mixto con un tipo de investigación descriptivo, el método utilizado es inductivo e hipotético-deductivo, así mismo, las técnicas e instrumentos, el muestreo, los recursos y el presupuesto utilizado en la investigación.

El capítulo IV presenta los resultados, comprobación de hipótesis, discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, glosario y anexos.

Finalmente, en el capítulo V se da a conocer la propuesta de la investigación que cuenta con introducción, objetivos, marco referencial, marco teórico, marco legal, metodología, recursos, referencias bibliográficas, glosario, anexo y ejemplar de la guía.

## Resumen

La presente investigación, titulada "Estudio del comportamiento de la regeneración natural del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), del bosque comunal de Cakbachuy Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango, departamento de Totonicapán", evaluó la calidad, estado, abundancia y cómo afectan las variables: pendiente, altitud y exposición esto correlacionado con la regeneración natural para determinar si tiene alguna relación en cuanto a la abundancia del pino colorado, bajo las condiciones naturales del bosque comunal de Cakbachuy.

Por otro lado, la calidad de la regeneración natural del bosque comunal investigado, muestra un porcentaje del 51% de regeneración bueno: determinado por abundancia de follaje de color verde intenso, fuste recto y sano, un 44% de regeneración regular: posee mediano follaje, color verde pálido, fuste inclinado bifurcado y 5% de regeneración malo: poco follaje color verde amarillo, fuste torcido y apariencia débil. Esto demuestra que el bosque comunal de Cakbachuy, tiene la calidad adecuada para su desarrollo, se utilizó como factor, abundancia de follaje, color del follaje y estado del fuste.

Para el efecto, se utilizó muestreo sistemático. En el bosque comunal se levantaron y midieron 24 parcelas, 6 por exposición distribuidas a través de todo el bosque, se realizó este procedimiento para obtener datos representativos y confiables. Se muestra cada una de las referencias para cada exposición, el promedio de pendiente es 62% la cual corresponde en dirección noroeste y una mínima de 26% en dirección sureste, con base a esta información, se determinó que el bosque tiene una distribución variada en su pendiente, la altitud más elevada es de 2176 metros sobre el nivel del mar.

Como resultado de la investigación, se tiene que la clase de desarrollo de regeneración natural de la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), se ubica en la categoría de 10 cm a 19.9 cm de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), con 194 individuos/hectárea y 12 individuos/hectárea de la categoría de 40 cm a 49.9 cm de DAP, por lo consiguiente, se determina que el bosque es joven ya que el mayor número de individuos se concentra en DAP de 10 cm a 19.9 cm, por lo tanto se resalta indicando que la tendencia de la regeneración natural es invertida ya que a medida que pasan los años la cantidad de individuos se va reduciendo.



De la misma manera, se determinó el promedio incluyendo las cuatro exposiciones, noreste, noroeste, sureste y suroeste, los resultados son los siguientes: 1,300 plántulas/hectárea, 367 brinzal/hectárea, 0 latizal/hectárea y 363 fustal/hectárea. Se concluye que el bosque comunal tiene un desequilibrio en la categoría latizal donde no se encontró ningún individuo, esto se debe a la tala ilegal causada por los pobladores que viven alrededor del bosque, los datos corresponden a la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), ubicado en el bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango, Totonicapán.

**Palabras claves:** regeneración natural, calidad de regeneración natural, clase diamétrica, bosques, plántulas, brinzal, latizal, fustal, pino colorado, altitud, pendiente, exposición.

### **K'utb'al pa ri cha'ab'al K'iche'**

Le k'o chupam we wy' tzukunem ri', are' kuk'ut le ujotoy u k'aslemal le ché kaqachaj, xa' rumal chiwa' le che' ri' aj waral, k'iyinaqwi, y k'okutayij pa le qa k'aslemal, je'chuqe che le uk'aslemal le uwach ulew.

Le ku tzukuj we tzukunem ri, are' urilik jas le k'ulmatajinaq pale uk'aslemal le kaqachaj re le k'ache'laj re cakbachuy chotz'aq, re chuimaq'jnay', je' chuqe u rilik jas ku tayij le q'a'q'ik taq uwachulew, je' chuq le unajikal le ulew puwi' le plo, pa le ujotoyajik le uk'aslemal le komonche' kaqachaj, rilik wi k'o ka to'b'anwi on k'o taj che le k'ache'laj re Cakbachuy.

Je' chuq le utzb'alikal le ujotoyikal le komon chaj re le k'ache'laj jawi b'an wi le tijonik, ku k'utu chi le kawinaq julajuj %, utz le uk'aslemal le ujotoy, kawinaq keji'ib' % le ujotoy mas qastaje' petninaq, y le job'% re ujotoy riqitajik chi man utztaj, wa' weri', kuk'utu chi le komon k'ache'laj re cakbachuy, k'o utzalaj rulewal re le uk'iyem chila', le xkoj chu rilik wa' le ilonik ri', are' le uxaq le chaj, chi sib'alaj k'i, jechuq le ukayib'al che sib'alaj je'lik.

Che le tzukunem tijonem xb'anik, are' xkoj jupuq che le k'o chupam le kachelaj, xetax juwinaq kajib' ch'aqaptaj ulew, waqib' k'utb'anen xe'b'an chupam ronojel le k'ache'laj, xb'an wa' weri' romal che xtzukux utzalajtaq kutbanem re le k'achelaj. ka k'ut le xriqitaj chupam le tzukunem ri, le unik'ajil le q'aq'ik kurelajalil oxwinaq keb' %, relik pa uxkutkaj y releb'al q'ij, y ru'nitzikal are' juwinaq waqib', ku chaplej pa uxkut uwachulew y ka kis parleb'al q'ij. ruk' wa'le b'ixikal ri, xk'am uq'ab' chi el k'ache'laj ri, ko jun uchikonem pale q'aq'ik y le k'ona unajikal on uchikajayil, kopan pa keb'ch'uy jun tok'oxwinaq waqlajuj etab'al pu'wi' le plo.

Le tzijob'al xuya' le tzukunem ri, are' chi le ujotoyik le ukaslemal le che' kieqachaj, riqitaj chi lajuj on chilajuj b'elejeb cm, re unuk'b'al kete't uwach k'uxaj, ruk' b'elejeb' winaq ruk' kajlajuj jujunichal pataw le ch'aqaptaj ulew, kab'lajuj jujuchal pataq le ch'qaptaj ulew, re le k'utbanel re kawinaq y kawinaq lajuj cm re unuk'b'al kete't uwach k'uxaj. ruk' wa' weri', ke qilo chi le k'ache'laj k'ak'al, rumal che le uk'iyal le utukelaltaq, xe riqitaj pa unuk'b'al kete't uwach k'uxaj, chi lajuj a k'apajuwinaq cm,

rumalwa' ka nimarisax uq'ij chi le ujotoyikal de che', man are'ta usuk'umal le uk'aslemal utaqem, xa rumal chi chweq kab'ij on pa keb' oxib' junab', no'jim ke kisik.

Je chuq pale kajib kutb'anel le xe'tqaxik, le ku chaple'j chuxkut kaj, kutajej relebal q'ij, je' chuq le kuchaple'j chuxkut ulew ku tajej paureleb'al q'ij, se riqitaj jun ch'uy oxib'tok' kitaqlajche' chupam le ch'aqaptaq ulwe, je chuq oxib'tok' oxwinaq oxib' brinza pa taq chaqaptaq ulew k'utb'al keb'ch'uy jun tok'oxwinaq waqlajuj fustal pataq chaqaptaq ulwew k'utmb'al. Ke qak'isb'el ub'ixik chi le k'ache'laj k'ona unajikal qasta utz le ubantaji pataq le laizal, rumal che ri man sriqitajta junchike, wa' weri' rumal che taq le qasanch'e kaka'n le winaq ke'el chunaqaj le k'ache'laj, we tzijtaqri' re le che' kaqachaj, e k'o jela' pa le komon chaj re le tininimt re Chotzaq, re Chuimaqinaja'.

### Abstract

The following investigation has been directed to the study of the natural regeneration of the colorado pine (***Pinus oocarpa*** Schiede), because it is a native species of endemic character, of an undeniable cultural and environmental value.

The objective of the present investigation was to study the behavior of the natural regeneration of colorado pine (***Pinus oocarpa*** Schiede), in the communal forest of Cakbachuy, Momostenango, Totonicapán, as well as to evaluate how the variables of: the slope, altitude and exposure affect this correlated with natural regeneration to determine if it has any relationship in terms of forest cover; on the survival of colorado pine (***Pinus oocarpa*** Schiede), under the natural conditions of the communal forest of Cakbachuy.

On the other hand, the quality of the natural regeneration of the communal forest studied, shows a percentage of 51% of good regeneration, 44% of regular regeneration and 5% of bad regeneration, this shows that the communal forest of Cakbachuy has adequate conditions for its development, it was used as a factor, abundance of foliage, color of the foliage and state of the stem.

For the effect, a systematic sampling was carried out in the communal forest. 24 plots were raised and measured, 6 by exposure distributed throughout the forest, this procedure was carried out to obtain representative and reliable data. Each of the references for each exhibition is shown, the slope average is 62% which corresponds to the northwest direction and a minimum of 26% in the southeast direction, based on this information it was determined that the forest has a varied distribution in its pending, the highest altitude is 2176 meters above sea level.

Result of the investigation is that the natural regeneration development class of the red pine species (***Pinus oocarpa*** Schiede), was found in the category of 10 cm to 19.9 cm of DAP, with 194 individuals per hectare and 12 individuals per hectare of the category of 40 cm to 49.9 cm of DAP, therefore it is determined that the forest is young since the largest number of individuals is concentrated in DAP from 10 cm to 19.9 cm, therefore it is highlighted indicating that the trend of

regeneration natural is inverted because as the years pass the number of individuals is reduced.

In the same way, the average was determined including the four exposures, northeast, northwest, southeast and southwest. The results are the following 1300 seedlings per hectare, 367 seedlings per hectare, 0 seedlings per hectare and 363 seedlings per hectare. It is concluded that the communal forest has an imbalance in the latizal category since no individual was found, this is due to illegal logging caused by the people living around the forest, the data correspond to the species of red pine (***Pinus oocarpa*** Schiede), located in the communal forest of the municipality of Momostenango, Totonicapán.

**Keywords:** natural regeneration, quality of natural regeneration, diameter class, forests, seedlings, brinzal, latizal, fustal, colorado pine, altitude, slope, exposure.

## **Capítulo I**

### **1.1 Marco referencial**

#### **1.1.1 Localización Política-Geográfica de Momostenango**

El bosque comunal Cakbachuy, se ubica al noreste del municipio de Momostenango departamento de Totonicapán, y éste a su vez pertenece a la Región VI. Situada en el altiplano sur occidental de Guatemala, a una altura de 2,210 msnm. Cuenta con un área de 100 hectáreas, con latitud norte de 16°57'46" y una longitud oeste de 90°21'82" dista a 40 kilómetros de la cabecera departamental y a 211 kilómetros de la ciudad capital, por carretera asfaltada. (Mapa GTM del área de estudio véase anexo pág.125.)

#### **1.1.2 Limites**

Al norte, con San Carlos Sija (Quetzaltenango), San Bartolo, Aguas Calientes y Santa Lucía La Reforma (Totonicapán); Al sur, con los municipios de Totonicapán y San Francisco El Alto (Totonicapán); Al oriente, con San Antonio Ilotenango (El Quiché), Santa Lucía La Reforma y Santa María Chiquimula (Totonicapán); Al occidente, con los municipios de Cabricán y San Carlos Sija departamento de (Quetzaltenango). Distancia de Momostenango hacia cada uno de los municipios de Totonicapán

- 11 km al municipio de Santa María Chiquimula.
- 16 km al municipio de San Francisco El Alto.
- 21 km al municipio de San Cristóbal Totonicapán.
- 24 km al municipio de San Andrés Xecul.
- 14 km al municipio de San Bartolo Totonicapán
- 29 km al municipio de Santa Lucía la Reforma.
- 37 km a la Cabecera Departamental.
- 208 kilómetros a la Ciudad Capital de Guatemala.

### 1.1.3 Vías de acceso

Para llegar a Momostenango se utiliza la carretera Interamericana CA-1 se puede acceder por tres vías: la primera está ubicada en el lugar denominado el entronque, en San Francisco El Alto, allí se ingresa a la carretera departamental CD-2, en ella se deben recorrer 17 km para llegar a Momostenango. La segunda está ubicada en el km 203 conocido como el Rancho de Teja (San Francisco El Alto), el cual está a una distancia de 12 km del Municipio y la tercera está localizada en el Barrio Santa Ana a una distancia de 14 km, se ingresa por el Paraje Pologuá, Aldea San Antonio Pasajoc, la primera vía está asfaltada no así las restantes; dichas carreteras son transitables todo el año.

### 1.1.4 Extensión territorial

Momostenango pertenece a la llamada región VI Sur Occidente. Tiene una extensión territorial de 305 km<sup>2</sup>, es el Municipio que ocupa el segundo lugar en extensión territorial con el 29% del total de ocho municipios que integran el departamento de Totonicapán.

### 1.1.5 Zona de vida

#### 1.1.5.1 Bosque húmedo montano subtropical

El patrón de lluvias varía entre 1,057 mm y 1,588 mm, con un promedio de 1,344 mm de precipitación anual. Las biotemperaturas van de 16°C a 26°C. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75 mm.

Su topografía en general es plana y está dedicada a cultivos agrícolas. Sin embargo, las áreas accidentadas están cubiertas por vegetación. La elevación varía entre 1,500 y 2,400 msnm.

La vegetación natural, que es típica de la parte central del altiplano, está representada por rodales de (*Quercus spp*), asociados generalmente con (*Pinus pseudostrobus*) y (*Pinus montezumae*), (*Alnus jorullensis*), (*Arbutus xalapensis*) (según, González .C. 2003).

El uso apropiado para esta zona es fitocultural forestal, pues los terrenos llanos pueden utilizarse para la producción de maíz, frijol y frutales de zonas

templadas como: durazno, pera, manzana y aguacate, según lo indica (De la Cruz, 1981).

#### **1.1.6 Región fisiográfica**

El municipio de Momostenango se encuentra ubicado en la región fisiográfica Tierras volcánicas. En esta región, las erupciones de todo tipo de grietas lanzaron cantidades de material, principalmente basalto y riolacitas que cubrieron las formaciones de tierras preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte.

Precisamente en la subregión zona montañosa occidental (Tacana-Tecpán), unidad fisiográfica que se ubica y localiza esta desde la línea fronteriza con México, en el norte de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, hasta el este de Totonicapán, Sololá y Chimaltenango y al sur de El Quiché.

Representa el relieve más alto de Guatemala con alturas de 1,000 a 4,000 msnm. Específicamente en el gran paisaje Montañas Volcánicas Altas de Occidente esta región se localiza en el entorno del poblado de Tacaná y se extiende hacia el Este y al Sur de los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango y Totonicapán.

#### **1.1.7 Hidrografía**

El municipio se ubica dentro de dos cuencas: Salinas y Samalá, así mismo, cuenta con 385.41 ha de su territorio que pertenece a la cuenca del río Cuilco (MAGA, 2001). En él se observan ríos de limitado caudal y riachuelos, algunos de los cuales en época de verano reducen drásticamente el caudal o se secan. Está muy influenciado por los efectos positivos y negativos, generados por la misma presión de las cuencas sobre el municipio.

Entre los efectos positivos de las cuencas hacia el municipio se refleja la proporción de servicios ambientales al municipio, aire más limpio por efecto de los bosques. También ayudan a que exista recarga hídrica y las fuentes subterráneas sean abastecidas de agua constantemente, aunque en los últimos años la deforestación ha ido mermando este abastecimiento. Otro efecto positivo para el municipio, es la oferta de leña proveniente de estas



cuencas. Igualmente, muchos de los productos agrícolas que son parte de la dieta alimenticia de los pobladores provienen de territorios de las parte altas y bajas de las cuencas.

### **1.1.8 Topografía y vegetación**

Los terrenos correspondientes son de relieve muy escarpado a ondulado y ligeramente inclinado, pero en general se puede describir como accidentado, ya que los relieves planos son muy reducidos. La elevación varía entre 2,770 y 3,300 msnm. La vegetación natural está constituida por coníferas de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede).

### **1.1.9 Clima**

Momostenango por estar situado a una altura de 2,204 msnm, tiene un clima frío; con una temperatura máxima promedio anual de 26°C y una mínima promedio anual de 16°C. Las estaciones son época de lluvia y seca, principalmente la época lluviosa es de mayo a octubre y la época seca de noviembre al mes de abril. Los vientos que soplan sobre el municipio de Momostenango, normalmente son moderados y corren de norte a sur, especialmente en los meses de enero a marzo.

### **1.1.10 Precipitación**

La precipitación pluvial anual es de 2,000 a 4,000 mm, la humedad oscila entre el 6% y 100%, el régimen de lluvia tiene un promedio de 183 días al año durante los meses de invierno, aunque la lluvia no es uniforme en todos los sectores.

## 1.2 Antecedentes

La presente investigación se fundamentó con estudios realizadas anteriormente de regeneración natural de la especie de pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede), el propósito fue obtener información importante y confiable para enriquecer el estudio, realizado en el bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango.

**Benítez, H. (2002). Realizo su investigación titulada. Regeneración natural de *Pinus Caribea* var (Tesis de doctorado). Universidad de Pinar del Río, Facultad de ciencias forestales, Cuba.** Afirma en su estudio que árboles de (*Pinus caribea* var), de 12 años en Topes de Collantes (Cuba) hallando diferentes evidencias entre los radios de los anillos de crecimiento anual, la longitud de las traqueidas y la densidad y aspersion de la pared celular, cuando gestionamos árboles de (*Pinus caribea* var), no resulta difícil encontrar la composición de especies al emplear la regeneración natural. Los mantenimientos iniciales que se aplican eliminan o reducen a niveles mínimos la competencia de herbáceas, arbustos y en última instancia árboles de la propia especie, el punto más controversial sería el alargamiento que debe experimentar el turno forestal cuando practicamos la regeneración natural en lugar de plantaciones artificial. Señalando como plazo de establecimiento de la regeneración natural un periodo de 2 a 4 años.

En las investigaciones que se han realizado se corroboran esta apreciación. Considerando que no existe prácticas en nuestro país que establezcan comparaciones entre masas jóvenes de (*Pinus caribea* var) gestionados por métodos de renovación (natural y artificial) a lo largo de un turno de corta, debemos asumir algunas consideraciones que nos permitan estimar la cuantía monetaria que significa alargar el turno de corta (2002, p. 64).

En su investigación determinó que al aplicar tratamientos silvícolas de raleo y poda se elimina la competencia, logrando así un crecimiento óptimo esto se pudo observar en el laboratorio donde se observó el desarrollo de las traqueidas, densidad y espesor de la pared celular, además de los anillos de crecimiento, con esta investigación se determinó que una regeneración natural con tratamientos silvícolas se obtiene una mejor calidad y desarrollo.

**Bolaños, M. Leiton, F. (Coord.), & Cap, L.I. (2012). Evaluación del comportamiento de la regeneración natural en sitios planos con (*Pinus patula*) como una técnica de restauración en sitios dominados por pastos dentro del corredor biológico de Guanacaste (inf-2012-11). Costa Rica; Instituto tecnológico, Facultad Funcionarios del Área de Conservación Guanacaste y del puesto San Cristóbal.** Presentaron el primer avance sobre la composición de la cobertura vegetal en las 30 parcelas permanentes de regeneración de (*Pinus patula*), mediante las mediciones de diversidad florística; dominancia de especies y pasto; y la relación entre cobertura de copas con estas variables. Con el sustento de los investigadores (2012, p. 31).

Como aporte de esta investigación, se evaluó el papel que estaban cumpliendo los árboles semilleros adyacentes en la repoblación de los sitios donde se encuentran la regeneración de pino, mediante su ubicación y la aparición de individuos de la especie dentro de las parcelas de medición. A pesar de la corta edad del ensayo en ese momento, la regeneración existente mostró una buena cantidad de especies leñosas, así como la visita frecuente de fauna que tres años atrás no existía en el sitio.

**Centro de Investigaciones de Quintana Roo Centro de Botánica, (1995). Realizó un estudio titulado, regeneración natural de especies arbóreas en la selva perturbada por extracción forestal. México: Autor.** El objetivo fue la evaluación de la regeneración natural en las áreas perturbadas por la explotación forestal y confrontar los resultados con las áreas sin disturbio, bajo la hipótesis de que la extracción forestal provoca cambios en la estructura de la vegetación, que afectan de manera diferencial la regeneración de las especies aprovechadas.

Los aclareos para el bosque constituyen la base para la recuperación y sucesión de los bosques. Se puntualiza que la regeneración natural en un bosque natural depende de los aclareos originados por la caída de árboles, que generan condiciones propicias para el crecimiento y desarrollo de las plántulas y árboles jóvenes que han permanecido bajo la sombra de los árboles maduros.

La regeneración natural con aclareos influyen varios factores: tamaño y forma del aclareo, tipo de planta, estado de crecimiento de la planta, edad del aclareo, orientación del aclareo, y altura de la vegetación circundante (1995, p. 12).

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (1996). Evaluación de la calidad de sitio para el (*Pinus oocarpa*) en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera sierra de las minas. Guatemala: Autor.** Los bosques de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera sierra de las minas, están constituidos principalmente por coníferas y la especie dominante y más ampliamente distribuida y utilizada es (*Pinus oocarpa* Schiede). Esta especie es a su vez una de las especies maderables más importantes de Guatemala. No obstante la importancia ecológica, biológica y económica de este tipo de bosque de la Reserva de Biosfera de la Sierra de las Minas (RBSM), en su mayor parte han estado sometidos a operaciones de aprovechamiento forestal sin considerar bases técnicas y científicas que garanticen su uso sostenible, lo cual ha significado pérdida y degradación genética del curso (1996, p. 12).

La reserva de la biosfera es un área vulnerable que tiene un riesgo alto de fracasar en la protección de la biodiversidad en un futuro de mediano plazo. Las principales amenazas provienen de los incendios forestales, la deforestación y tala ilegal, la caza ilegal, las invasiones, la extracción de productos del bosque y la futura construcción de represas hidroeléctricas.

**Cruz, F. (2013). Distribución espacial de la regeneración natural de especies arbóreas dentro del gradiente altitudinal (Tesis de posgrado). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Facultad de Ciencias Ambiental y Agrícola, Costa Rica.** Determinó que la regeneración natural en los bosques, está sujeta a una serie de factores internos (fisiología del árbol) y externos (ambientales) para el establecimiento de nuevas masas naturales. El conocimiento de los factores ambientales y la influencia que tienen sobre la dinámica del bosque, es de gran importancia para el desarrollo de formas sostenibles de manejo (2013, p. 9).

La importancia de su trabajo radica en que estudió los procesos demográficos y el papel de la regeneración. Como resultado lograron encontrar cuatro grupos de historia de vida de las especies estudiadas, además consideran que en bosques húmedos tropicales de tierras bajas, el principal factor limitante de la regeneración natural exitosa es la luz.

**Gonzales, E. (1996). Evaluación de la salud en dos áreas de regeneración natural (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo, Facultad de Ciencias forestales, México.** La regeneración natural, generalmente resulta más económica que las plantaciones artificiales, la regeneración natural es siempre más barata que la repoblación artificial compara costos/beneficio entre plantaciones artificiales y el manejo del bosque natural, concluyendo que las reforestaciones son altamente productivas, necesitan también sustanciales suministros para su establecimiento y mantenimiento, mientras que la regeneración natural subsiste de manera natural. El alargamiento de los períodos de regeneración es aconsejables sólo cuando la especie y su función prioritaria lo permitan de forma que se aumente el número de clase de edad y la diversidad en la estructura vertical, la velocidad de la regeneración densidad de árboles obtenidas por áreas, composición de especies son esenciales para determinar dichos periodos, donde el beneficio se notara al traspasar los periodos de tiempo (1996, p. 70).

Esta investigación determinó que los costos/beneficios de una plantación e regeneración natural, es más rentable la regeneración natural ya que no se ve la necesidad de ningún suministro para su establecimiento y mantenimiento en comparación de una plantación en la cual se ve necesitado de suministros para su desarrollo haciéndolo no rentable, por tal razón se tiene que velar para la conservación de la regeneración natural ya que subsiste de manera natural.

**Helms, D. (1982). Establecimiento y desarrollo de la regeneración natural (Tesis de licenciatura). Escuela técnica superior de Ingeniería de montes, Facultad de Ciencias Forestales, España.** Determina que: el desarrollo de plántulas, desde su germinación hasta el momento en que quedan

establecidas, es el período más precario y crítico del proceso de regeneración de un bosque; la mayor proporción de la mortalidad ocurre durante este lapso. Todas las plantas tienen que pasar por este periodo, en el caso de las herbáceas y de algunas latifoliadas, es muy corto, pero en las coníferas es relativamente largo.

El periodo de establecimiento de la regeneración natural toma típicamente de uno a tres años, en algunos casos más, dependiendo de las especies y las condiciones del lugar. Los factores que influyen en el establecimiento y crecimiento inicial de regeneración natural, se exponen en cinco grandes grupos: competencia interespecífica, intraespecífica, densidad inicial, factores climáticos y bióticos (1982, p. 13).

Constituye que el momento más precario en el desarrollo de la plántula comienza desde su germinación hasta que quede establecido, ya que la mayor mortalidad de plántulas comienza en esta etapa por lo que sugiere brindar un mejor control, para evitar pérdidas considerables que puedan afectar en la regeneración natural.

**Instituto Nacional Forestal. (2006), desarrollo una investigación titulada. Evaluación de regeneración natural en el área de distribución natural. Guatemala: Autor.** La vegetación arbórea que se encuentra en las primeras fases de crecimiento y desarrollo, formando parte de un proceso natural de renovación del bosque, la regeneración natural presenta los estados de plántula, brinzal, latizal y un estado juvenil o fustal. La regeneración natural de las plantas es un proceso dinámico por el que nuevos individuos se incorporan a la población reproductora a medida que otros desaparecen como resultado de la mortalidad natural. En el caso de las especies leñosas, este proceso implica una serie de transiciones entre estados (plántulas, brinzales, latizales, fustales y adultos) que implican pérdidas en potencial reproductivo debidas a la actuación de factores abióticos y bióticos, cuyo efecto combinado determina el resultado final en número de nuevos individuos adultos (2006, p. 9).

**Márquez, C. (1997). Evaluación de la regeneración natural en bosque de pino de la Ucodefo (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, México.** Para el desarrollo de la regeneración natural Forestal, se indica que el mayor recurso no sólo se refiere al bosque existente, siendo más importante destacar la superficie susceptible para repoblación forestal. Es importante tener en cuenta que la regeneración natural y utilización de árboles no es una novedad, y ha sido tradicional su manejo, lo novedoso es el enfoque del sistema sobre el tema. El creciente interés en el cultivo de árboles forestales se origina parcialmente de la necesidad del medio natural (1997, p.13).

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivos principales desarrollar una metodología para evaluar la densidad de la regeneración natural y establecer los factores que influyen en el comportamiento de la regeneración natural en bosque de pino.

**Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (2000). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Centro América: Autor.** En colaboración con otros países, la pérdida anual neta de bosques en la región de América Latina, para el período 1999-2000, asciende a 4,28 millones de hectáreas. En el resto del mundo la pérdida anual neta durante el mismo periodo fue de 5,11 millones de hectáreas. De acuerdo a las subregiones, los datos de pérdida neta anual correspondientes serían: américa central, 0,34 millones de hectáreas, norte américa 0,24 millones de hectáreas y sur américa 3,71 millones de hectáreas. Es alarmante que Guatemala tenga un índice de deforestación aun mayor que el de la media de la región. Es más significativo aun, teniendo en cuenta que Guatemala es uno de los países de Centroamérica con mayor cobertura forestal total. En Guatemala, el INAB, en conjunto con el CONAP y el MAGA, inició un estudio de dinámica forestal para los años 1992, 1996 y 2001, el cual proporciona cifras más reales de la deforestación del país. La tasa de deforestación se estima en 90,000 ha, al año, de las cuales el 73 % correspondes a bosques latifoliadas y un 23% a bosques de coníferas. La región más afectada es el norte del país, afectando a los departamentos de Petén, Alta Verapaz y Baja Verapaz (2000, p. 52).

En vista de todo lo expuesto anteriormente en tesis de universidades y estudios realizados por instituciones sin ningún lucro, con el tema comportamiento de la regeneración natural en bosque natural de coníferas específicamente Pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede). Se demuestra la importancia de realizar dicha tesis, para proporcionar los requerimientos esenciales en el proceso de desarrollo que contribuye en la regeneración natural del bosque comunal del municipio de Momostenango, Totonicapán.

**Godínez, S. M. (Coord.), & Cap, L. I. (2016). *Evaluación de la regeneración natural de tres especies coníferas en áreas de distribución natural en altiplano de Guatemala* USAC (Inf-2015-01). Universidad de San Carlos de Guatemala, dirección general de investigación.** El presente estudio tuvo como objetivo principal la evaluación del comportamiento de la densidad de la regeneración natural de tres especies de coníferas (***Pinus oocarpa*** Schiede, ***Pinus pseudostrobus*** y ***Pinus tecunumanii***) en espacio de borde y aclareo, en bosque del altiplano occidental en función de los disturbios que originó su establecimiento, la distancia de la fuente semillera y las características de la fuente semillera.

La identificación del disturbio es importante, porque determina el potencial de recuperación del sitio, principalmente su efecto permanece en el sitio antes de iniciarse el proceso de restauración, el disturbio fue un factor importante en la evaluación de la densidad de la regeneración natural, ya que este factor influye en el comportamiento de la densidad (2015, p. 34).

El principal medio de dispersión de semilla de las coníferas es el viento, algunos estudios mencionan que el 30 al 75% de la lluvia de semilla caen en los próximos 18m de la fuente semillera, otros que al 85 al 90 % de las semillas son diseminados entre 50 y 60 m, más no existe información sobre el comportamiento de la densidad de la regeneración respecto a la distancia de la fuente semillera por la cual se evaluó la calidad de regeneración natural del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede).



### **1.3 Marco teórico**

Para el desarrollo de la presente investigación, se relacionan los siguientes términos afines al tema.

Es indudable que la regeneración natural debe incorporarse para su buen desarrollo en los diferentes bosques naturales acciones y técnicas precisas para su mantenimiento, esto permitirá resguardar las especies nativas de nuestras masas boscosas.

#### **1.3.1 Bosque**

Un bosque es una asociación muy variada de formas de vida, denominada como “una comunidad biológica en la que predominan las plantas lignificadas, o leñosas” no importando su origen natural o artificial; y son productores de madera, leña, productos extractivos y derivados. Tienen influencia sobre el clima, fomentan el régimen hidrológico y provee protección y sustento a la vida silvestre (González, 2005, p. 7).

#### **1.3.2 Ecología**

La ecología es “la ciencia que estudia las interacciones de los organismos en y hacia su medio ambiente”. Es el estudio de las relaciones reciprocas entre los organismos y su medio ambiente, el cual es el complejo de los factores que ejercen influencia. La ecología no es una ciencia restringida a un campo definido, sino que se extiende a través de todas las ciencias, enfocándolas hacia un entendimiento de las relaciones entre los organismos y el ambiente para llegar a conocer las leyes de la naturaleza (Daubenmire, 1990, p. 496).

#### **1.3.3 Indicadores ecológicos**

Se refiere a ciertas especies que, debido a sus exigencias ambientales bien definidas y a su presencia en determinada área o lugar, pueden tomarse como indicio o señal de que en ellas existen las condiciones ecológicas por ellas requeridas (González, 2005, p. 7).

#### **1.3.4 Regeneración natural**

Se define como la vegetación arbórea que se encuentra en las primeras fases de crecimiento y desarrollo, formando parte de un proceso natural de renovación

del bosque (INAFOR, 2006). La regeneración natural se presenta en los estados de plántula, brinzal, latizal y fustal (Pinelo, 2004, p. 28).

#### **1.3.4.1 Plántula**

Estado de desarrollo del esporofito que comienza cuando la semilla rompe su dormancia y germina, consta de raíz, tallo, yemas y hojas. En general, alcanza unos 6 a 8 cm y uno de dos pares de hojas Individuos menores de 0.30 m. de altura (González, 2005, p. 8).

#### **1.3.4.2 Brinzal**

Etapas de desarrollo de un rodal correspondiente a cuando la regeneración se presenta en forma de manchas y los ejemplares mayores de 0.30 m hasta 1.49 m de altura y diámetro altura del pecho menores (DAP) de 0.5 m (González, 2005, p. 8).

#### **1.3.4.3 Latizal**

Etapas de desarrollo de un rodal en que se intensifica la poda natural en los individuos, y se alcanza el máximo crecimiento en altura. Se inicia la diferencia de copas, Individuos de 0.5 m a 0.9 m de diámetro altura del pecho (DAP) y altura mayor de 1.50 m (González, 2005, p. 8).

#### **1.3.4.4 Fustal**

Etapas de desarrollo de un rodal en que se alcanza la madurez de los individuos. Se termina la poda natural. La altura de los ejemplares supera los 20 m y el diámetro altura del pecho (DAP) mayor a 0.10 m hasta 0.30 m (González, 2005, p. 8).

### **1.3.5 Importancia de la regeneración natural**

Muchas veces no se ponen importancia a estudios vegetales en especial la de regeneración natural como un indicador de importancia de la dinámica del bosque omiten la parte fundamental del manejo sostenible si eso es lo que se pretende realizar (Pinelo, 2004, p. 28).

A continuación se enumeraran algunas razones básicas de la importancia de estudiar la regeneración natural:

- Asegurar la permanencia futura de las especies en el bosque.
- Permite conocer la dinámica del bosque.
- Asegurar la sustentabilidad de los bosques en cuanto a su manejo forestal.
- Influye en la toma de decisiones al momento del aprovechamiento del bosque.
- Es una herramienta para definir el tipo de prácticas para mejorar el bosque.

### **1.3.6 Dinámica de regeneración natural**

La regeneración de las plantas es un proceso dinámico por el que nuevos individuos se incorporan a la población reproductora a medida que otros desaparecen como resultado de la mortalidad natural. En el caso de las especies leñosas, este proceso implica una serie de transiciones entre estados (flores, semillas, plántulas, brinzales, latizales, fustales y adultos) que implican pérdidas en potencial reproductivo debido a la actuación de factores abióticos y bióticos, cuyo efecto combinado determina el resultado final en número de nuevos individuos adultos (Jordano, 1995, p. 30).

### **1.3.7 Crecimiento de las comunidades vegetales**

Una masa forestal no es sencillamente la suma de árboles, sino una biocenosis formada por numerosos individuos comprendidos en un todo, regidos por varias interrelaciones. Por lo tanto tiene varios parámetros en los que se puede medir su crecimiento, siendo muy usuales la abundancia y la frecuencia (González, 2005, p. 11).

#### **1.3.7.1 Abundancia**

La abundancia es un parámetro que indica el número de árboles de una determinada especie, generalmente se calcula con base en una hectárea, y se pueden calcular la abundancia relativa y la absoluta. Esta información permite valorar el potencial de determinada especie en un bosque dado.

La abundancia absoluta es igual a decir el número de individuos por especie, en un área específica; y la abundancia relativa es la proporción porcentual de una especie en el total de individuos que cohabitan en un área determinada (González, 2005, p. 11).

### **1.3.7.2 Frecuencia**

La frecuencia es el parámetro que indica la proporción de las muestras ocupadas por individuos de la misma especie. La frecuencia absoluta se expresa en porcentaje.

A través del cálculo de la frecuencia se puede tener una idea sobre la distribución que presenta la regeneración de una especie en particular. De acuerdo con el Malhayan Regeneration System, hay suficiente regeneración cuando en el 40 % de las parcelas hay individuos de la especie en interés, lo que equivale a una abundancia efectiva (calculada a partir 12 de un porcentaje de ocupación predeterminado) de 1,000 individuos por hectárea bien distribuidos.

Es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral en particular. En estudios comparativos donde no se requieren valores absolutos de las variables, se determina la frecuencia relativa (Bryan, 2000, p. 20).

### **1.3.7.3 Densidad**

La densidad es el número de individuos (N) en un área (A) determinada y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada, matemáticamente (González, 2005, p. 12).

### **1.3.7.4 Área basal (Ab)**

El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en metros cuadrado, de material vegetal por unidad de superficie de terreno (González, 2005, p. 13).

## **1.3.8 Establecimiento y desarrollo de la regeneración natural**

La regeneración natural juega un papel fundamental en el establecimiento y desarrollo de la diversidad de los bosques. Dicho proceso ocurre en múltiples fases: producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas. Cada una de estas fases representa un cuello de botella muy fuerte en la demografía de las especies, pues los estadios más tempranos en

el ciclo de vida de las plantas (semillas y plántulas) son los más vulnerables a las de origen ambiental y biótico, y por ende los individuos están sujetos a altos riesgos de mortalidad (Norden, 2014.p. 247).

### **1.3.9 Calidad de la regeneración**

La calidad de las plantas guarda cierta relación con la vigorosidad de las mismas, influido por factores como suelo, luz, agua, calidad de sitio, entre otros, que relacionan de algún modo la estructura de la planta y la resistencia a factores adversos (Torres, 1979, p. 109).

- Bueno (B): Abundante follaje, color verde intenso de las hojas, fuste recto y apariencia sana de la planta.
- Regular (R): Mediano follaje; color verde de las hojas, con presencia de color verde pálido y apariencia sana de la planta.
- Malo (M): Poco follaje; color predominantemente verde amarillo de las hojas, fuste irregular y apariencia débil de la planta.

Fuente: (Torres, 1979, p. 109).

### **1.3.10 Factores que controlan el establecimiento de la regeneración natural**

La capacidad de una especie arbórea para prosperar y competir con éxito sobre una localidad determinada, es influida tanto por factores internos (constitución fisiológica del árbol) como por factores externos (ambientales). La integración de éstos determina la productividad forestal citado por Márquez, 1997. Los factores externos que influyen en la productividad del bosque, pueden agruparse en componentes bióticos y abióticos. Dentro de los componentes bióticos se encuentran; densidad de la vegetación, la variabilidad genética de sus comunidades, la vegetación competidora, así como los problemas por enfermedades o insectos.

Dentro de los componentes abióticos se pueden citar: variables climáticas, fisiográficas y edáficas. Entre las características fisiográficas del sitio, la importancia de la exposición y la pendiente radica, en la orientación que se produce respecto al sol y viento. En el hemisferio norte, las exposiciones sur reciben mayor intensidad de luz, condiciones más secas, las cuales son

adversas para el establecimiento y desarrollo de muchas especies (Márquez, 1997, p. 9).

- **Factores externos:** ambientales, estación, clima y calidad de suelo.
- **Factores internos:** desarrollo de las semillas, el ataque de plagas o enfermedades.

### 1.3.11 Recursos naturales

Se caracterizan en general por ser limitados e interdependientes. Limitados porque no crecen ilimitadamente, puesto que las leyes naturales imponen tasas de crecimiento al grado que cada uno de ellos controla el desarrollo de los demás. Son interdependientes puesto que entre ellos se da una relación funcional de equilibrio en que la alteración de uno afecta el desarrollo del otro. Ejemplo, un incendio forestal ocasiona erosión del suelo, alterando el ciclo de las lluvias y afectando todo el ecosistema agrícola de una región (Bassols, 1979, p. 9).

### 1.3.12 Abundancia de la regeneración natural

Para determinar la abundancia y distribución de la especie de la regeneración natural se realiza inventario forestal de toda la especie ubicada dentro de las parcelas instaladas en el área de estudio. La abundancia mide la relación entre el número de individuos y el área evaluada (Torres, 1979, p. 109).

### 1.3.13 Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

Es la operación más corriente y sencilla de la medición. En árboles en pie, la altura natural del diámetro representativo es de 1.30 m desde el nivel del suelo, medido sobre pendiente. Por la altura de medición se medirá el diámetro a la altura del pecho (DAP), (Torres, 1979, p. 110).

### 1.3.14 (*Pinus oocarpa*), pino colorado

De acuerdo con Lamprecht (1990), (*P. oocarpa* Schiede), se distribuye en forma natural desde los 12° Norte en Nicaragua, hasta los 28° Norte en el noroeste de México. Las mayores existencias continuas de esta especie se hallan en los altiplanos centrales de Centroamérica, desde el noroeste de Nicaragua,

pasado por Honduras, el norte de El Salvador, el centro de Guatemala, hasta llegar a los 18 ° N en el sur de México. Al oeste de los bordes de la Sierra Madre occidental.

**(*Pinus oocarpa* Schiede)**. Exhibe amplia plasticidad ecológica. Para su distribución natural Standley et al. (1958) afirma que es frecuente entre los 200 y 2,700 m de altitud; sin embargo, Pratts (1962), sostiene que se le encuentra más entre los 700 a 1,500 msnm. En Guatemala habita entre los 500 a 2,400 msnm (Aguilar, 1961), aunque Veblen (1977) informa que se le encuentra incluso en altitudes de 2,750 msnm. De las especies de pino que crece en Centroamérica, (*P. oocarpa* Schiede) es la que tolera menos precipitación y mayores lapsos de sequía (Denevan, 1961), el ámbito de precipitación anual para la especie varía desde los 650 mm en Honduras (Wolffsohn, 1982) hasta los 2,500 mm, en el norte del mismo país (Gaussen, citado por Agudelo 1988). En la mayor parte de su área de distribución natural recibe de 700 mm a 1,500 mm.

**(*Pinus oocarpa* Schiede)**, se encuentra en condiciones naturales creciendo sobre suelos erosionados, delgados, arenosos, bien drenados, ácidos y de baja fertilidad, derivados de materiales de origen volcánico antiguo, con un contenido alto de cuarzo (Pratts, 1962). En condiciones de mayor fertilidad y humedad crece mejor, pero no compite con éxito con especies latifoliadas (Pratts, 1962, p. 6).

### 1.3.15 Fisonomía del (*Pinus oocarpa* Schiede), pino colorado

**(*Pinus oocarpa* Schiede)**, puede alcanzar alturas de hasta 35 m (normalmente de 20 a 30 m) y de DAP hasta de 100 cm más comúnmente entre 40 y 70 cm. La forma del fuste es variable; la copa es en general poco simétrica, de ramas finas relativamente ralas. La corteza es suberosa y rasgada en la parte superior del fuste, con frecuencia escamosa; las hojas aciculares se encuentran en unidades paralelas, pero también de tres y cuatro, raras veces de seis. Las hojas tienen de 12 a 28 cm de largo y hasta 1.5 mm de ancho. Su color con frecuencia es verde claro y vivo, son rígidas y se concentran principalmente en el extremo de las ramas (Lamprecht, 1990, p. 36-50).

### 1.3.16 Software IBM SPSS Statics

De acuerdo a los datos obtenidos de cada unidad de muestreo se procederá a crear una base de datos en el programa de Microsoft Excel, que servirán como base para el respectivo análisis para determinar las variables cualitativas y cuantitativas de la regeneración natural y de variables que influyen en la abundancia. Para ello se utilizaran el software, IBM SPSS Statistics.

### 1.3.17 Correlación de Spearman

Una correlación es una medida del grado en que dos variables se encuentran relacionadas. Un estudio correlacional puede intentar determinar si individuos con una puntuación alta en una variable también tiene puntuación alta en una segunda variable y si individuos con una baja puntuación en una variable también tienen baja puntuación en la segunda. Estos resultados indican una relación positiva.

En otros casos la relación esperada entre las variables puede ser inversa. Los sujetos con puntuaciones altas en una variable pueden tener puntuaciones bajas en la segunda variable y viceversa. Esto indica una relación negativa.

Las aproximaciones no experimentales permiten a los científicos adquirir conocimiento científico sobre sucesos que no pueden ser estudiados bajo condiciones experimentales.

Para aplicar el coeficiente de correlación de Spearman se requiere que las variables estén medidas al menos en escala ordinal, es decir; de forma que las puntuaciones que la representan puedan ser colocadas en dos series ordenadas.

A veces, este coeficiente es denominado por la letra griega  $\rho$  (rho), aunque cuando nos situamos en el contexto de la Estadística Descriptiva se emplea la notación  $r_s$ .

Una generalización del coeficiente de Spearman es útil en la situación en la cual hay tres o más condiciones, varios individuos son observados en cada una de ellas, y predecimos que las observaciones tendrán un orden en particular. Por ejemplo, un conjunto de individuos pueden tener tres



oportunidades para intentar cierta tarea, y predecimos que su habilidad mejorará de intento en intento.

### **1.3.18 Muestreo sistemático**

El muestreo sistemático empleado en inventarios forestales consiste en distribuir una red de parcelas ordenadas conforme a una geometría regular, sobre el área que se quiere muestrear. Este ordenamiento puede ser una red rectangular, cuadrada o de otro tipo, la distribución se inicia localizando aleatoriamente un punto.

### **1.3.19 Muestreo no probabilístico intencional**

Es aquel que usa juicios e intenciones deliberadas para obtener muestras representativas al incluir áreas o grupos que se presume son típicos de la muestra.

## **1.4 Marco legal**

Guatemala tiene un marco regulatorio aplicable a los recursos naturales, tiene su origen en la Constitución Política de la República de Guatemala, instrumento por la cual el estado de Guatemala, garantiza la conservación y protección de los recursos naturales y el medio ambiente, para tales efectos estipula que el gobierno nacional y las municipalidades deben velar para la aplicación de las leyes y artículos establecidos en beneficio del país de Guatemala.

### **1.4.1 Constitución Política de la República de Guatemala. Art. 97-1993.17 de noviembre de 1993. (Guatemala).**

La Constitución política de Guatemala declara en el acuerdo legislativo No 18-93.

Que el estado y Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.

La norma constitucional estipula tres actores responsables y obligados de propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, ellos son: El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional. Para darle cumplimiento a la norma constitucional en referencia se promulgo: “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”, “Ley Forestal”, “Ley de Minería”, “Ley del Consejo Nacional y de Áreas Protegidas”, “Ley de Caza”, “Código de Salud”, “Código Municipal”, “Código Penal”.

### **Constitución Política de la República de Guatemala. Art. 64. 17 de noviembre de 1993. (Guatemala).**

Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación. El estado fomentara la creación de parques nacionales, reserva y refugios naturales. Los cuales son inalienables. Una ley garantizara su protección y la de la flora y fauna que en ellos exista.

#### **1.4.2 Decreto número 68-1993, del Congreso de la República de Guatemala de la Ley mejoramiento del medio ambiente. 17 de noviembre de 1993.**

Son objetivos específicos de la ley: inciso b, la prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que originen el deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes; y el inciso c, Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la ocupación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.

Lo que pretende la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente es conservar los patrimonios naturales y así poder tener un desarrollo social y económico, es importante que se aplique esta ley.

#### **Decreto número 110-96, del Congreso de la República de Guatemala Ley de áreas protegidas. 12 de diciembre de 1996.**

La ley de áreas protegidas y del congreso de la república de Guatemala declara en el capítulo uno de la conformación de las áreas protegidas que: Son áreas protegidas, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significación para su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua, de las cuencas críticas de los ríos, de las zonas protectoras de los suelos agrícolas, a fin de mantener opciones de desarrollo sostenible.

#### **Decreto número 101-96, del Congreso de la República de Guatemala de la Ley de manejo forestal. 12 de diciembre de 1996.**

En la que se declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y conservación e los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y

su manejo sostenible, mediante el cumplimiento de algunos objetivos como: “Incrementar la productividad de los bosques existentes, sometiéndolos a manejo racional y sostenido de acuerdo a su potencial biológico y económico, “Conservar los ecosistemas forestales del país, a través del desarrollo de programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva”.

**Decreto número 101-96, del Congreso de la República de Guatemala de la Ley del desarrollo forestal y Planes de manejo. 04 de diciembre de 1996.**

Es un programa de acciones desarrolladas técnicamente, que conducen a la ordenación silvicultural, de un bosque, con valor de mercado o no, asegurando la conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales.

El manejo forestal en Guatemala, ha sido una intención que se ha planteado en las diferentes legislaciones con las que el país ha contado, sin embargo, los resultados obtenidos han sido reducidos, principalmente por falta de objetivos de largo plazo concretamente definidos, además de la falta de claridad conceptual del manejo forestal como base de una adecuada ordenación forestal, falta de políticas estatales de desarrollo coherentes que apoyaran el uso adecuado de los recursos naturales, entre las principales.

**Decreto número 2-2015, del Congreso de la República de Guatemala de la Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala. 17 de marzo 2015.**

El Congreso de la República, Ley de fomento al establecimiento, Recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala, declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación del país y la conservación de los bosques y establece como obligación del Estado, adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma efectiva; para dar cumplimiento a esa disposición Constitucional PROBOSQUE, establece que la aplicación de la presente Ley está bajo la competencia del Instituto Nacional de Bosques.

**Decreto número 52-2005, del Congreso de la República de Guatemala de la Ley forestal especificaciones de manejo forestal y regeneración natural.06 de diciembre de 2005.**

La ley forestal decreta en la resolución No. 01.43.2005 el manejo forestal deberá contemplar las cuatro etapas:

- a) **Planificación:** Que incluye la elaboración del inventario, Plan de Manejo Forestal y planes operativos;
- b) **Aprovechamiento:** Que incluye, la localización de la extensión a aprovechar, la planeación de la infraestructura necesaria para el aprovechamiento, el transporte y consideraciones acerca de la tala;
- c) **Silvicultura:** Que incluye, la determinación de los sistemas de regeneración del bosque y el tipo y secuencia de tratamientos silviculturales a aplicar a fin de favorecer el máximo rendimiento.
- d) **Protección:** Que incluye, todas las medidas necesarias para eliminar o reducir el riesgo e implementar el control del ataque de plagas y enfermedades, incendios forestales, talas ilícitas, y otros aspectos que atenten contra el manejo forestal sostenible.

La regeneración del bosque, con miras a mantener una cobertura forestal altamente productiva en las tierras forestales, podrá basarse en una o la combinación de las actividades siguientes:

Por otro lado, la regeneración del bosque, con miras a mantener una cobertura altamente productiva en las tierras forestales, podrá basarse en una o la combinación de las actividades siguientes:

- a) **Regeneración natural:** Establecida a través de la semilla proveniente de árboles semilleros, del banco de semillas del suelo, del manejo de rebrotes de especies deseables o de la combinación de estos.
- b) **Regeneración artificial:** Que puede ser establecida por la dispersión dirigida de semillas, establecimiento de plantaciones puras, plantaciones de enriquecimiento, sistemas agroforestales u otra práctica que sea promisorio en el sitio a regenerar.

**1.4.3 Acuerdo Gubernativo del Reglamento Orgánico interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 186-01. Diario de Centro América. (2001).**

En el artículo 9 inciso j, Incluir en todos los esquemas la plena participación de las mujeres en los procesos de formulación de políticas, estrategias y programa ambientales, garantizando su pleno acceso y beneficios por el uso y manejo del ambiente y los recursos naturales.

Por medio de las bases legales descritas anteriormente se sustenta la investigación y se establece que la regeneración natural y cuidado de los bosques es de interés para el estado de Guatemala.

## Capítulo II

### 2.1 Planteamiento del problema

El crecimiento de la población y la demanda creciente de bienes y servicios de la masa boscosa, han afectado significativa a los ecosistemas forestales. El problema, principal para el municipio de Momostenango, es la reducción de los bosques naturales, provocados por distintas presiones antropogénicos, plagas e incendios forestales, lo que provoca una desestabilidad en la recuperación de estos recursos.

Los bosques, en el municipio de Momostenango toman un papel preponderante en la población, principalmente el comportamiento de la regeneración natural del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede). Por otro lado, los bienes y servicios que brindan. Esta condición repercute en la integridad de los mismos, lo cual genera la importancia para generar planes de manejo y protección de los bosques de coníferas, además se vuelve un tema importante para las entidades del municipio que promueven la protección de estas áreas que cuenta con grandes extensiones de bosques, en mucho de los casos no cuentan con un manejo forestal. El bosque comunal de Cakbachuy Barrio Santa Ana, del municipio de Momostenango, evidencia condiciones de deterioro en los últimos años.

Uno de los componentes importantes para promover la recuperación y protección de estos bosques, es a través de la regeneración natural siendo de gran importancia para la sustentabilidad de los ecosistemas forestales, ya que el municipio depende principalmente de los bosques que son fuentes de recarga hídrica, las cuales provee de agua potable a la población de Momostenango. Así mismo a través de ello se puedan implementar programas para la protección de la belleza escénica o manejo de la regeneración natural. Como alternativa ecológica y económica para la restauración natural de áreas disturbadas.

Por lo tanto, y considerando el valor ecológico, educativo, científico y socioeconómico del estudio de la vegetación, se justificó la ejecución del presente estudio, el cual aborda aspectos del estado actual de la regeneración natural, aunado a ello determinar las variables físicas: pendiente, exposición y altitud.

Con las cuales podría tener alguna relación que por ende promueva su abundancia y recuperación de los bosques. Esta investigación se realizó en el bosque del municipio de Momostenango, Totonicapán, ubicado a 3 kilómetros noreste del municipio esta área cuenta con 100 hectáreas de bosque (2,289 Cuerdas).

En relación a lo indicado se desarrolló la investigación, con el fin de apoyar y contribuir al desarrollo que posee la regeneración natural, la cual se logró determinar cómo se encuentra su distribución: plántula, brinzal, latizal y fustal, en la cual se determina que los bosques naturales se distribuyan de manera adecuada.

Las preguntas que generaron el problema son las siguientes:

1. ¿El bosque comunal de Cakbachuy del Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango tiene el estado adecuado de regeneración natural?
2. ¿Existe dependencia en la abundancia de la regeneración natural con las variables, exposición, pendiente y altitud?
3. ¿Los alcaldes comunitarios y oficina municipal tiene conocimientos del estado de la regeneración natural del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede)?

## 2.2 Objetivos

### 2.2.1 Objetivo general

- Determinar el comportamiento de la regeneración natural de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), del bosque comunal Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango Totonicapán.



## 2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el estado de la regeneración natural de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), por clase de desarrollo.
- Identificar la calidad de regeneración natural de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), de acuerdo con los sub indicadores los cuales son: bueno, regular y malo.
- Determinar si existe alguna dependencia en cuanto a la abundancia de regeneración natural con base a la altitud, exposición y pendiente.
- Formular propuesta que contribuya al manejo de regeneración natural del bosque comunal Cakbachuy del municipio de Momostenango.

## 2.3 Hipótesis

### 2.3.1 Hipótesis alternativa (Ha):

- Existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural (Plántula, brinzal y fustal), con relación a las variables altitud, exposición y pendiente a un nivel de significancia del 95%.

### 2.3.2 Hipótesis nula (Ho):

- No existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural (Plántula, brinzal y fustal), con relación a las variables altitud, exposición y pendiente a un nivel de significancia del 95%.

## 2.4 Variables

### ▪ Variable independiente

Regeneración natural del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede): plántulas, brinzal, latizal y fustal.

### ▪ Variable dependiente

Altitud, pendiente y exposición.

### ▪ Variable interviniente

Abundancia de regeneración natural

## **2.4.1 Definición de las variables**

### **2.4.1.1 Regeneración natural**

Se define como la vegetación arbórea que se encuentra en las primeras fases de crecimiento y desarrollo, formando parte de un proceso natural de renovación del bosque.

#### **2.4.1.2 Plántula**

Estado de desarrollo del esporofito que comienza cuando la semilla rompe su dormancia y germina, consta de raíz, tallo, yemas y hojas. En general, alcanza unos 6 a 8 cm y uno de dos pares de hojas Individuos menores de 0.30 metros de altura.

#### **2.4.1.3 Brinzal**

Etapas de desarrollo de un rodal correspondiente a cuando la regeneración se presenta en forma de manchas y los ejemplares mayores de 0.30 metros hasta 1.49 metros de altura y diámetro altura del pecho menores (DAP) de 0.5 metros.

#### **2.4.1.4 Latizal**

Etapas de desarrollo de un rodal en que se intensifica la poda natural en los individuos, y se alcanza el máximo crecimiento en altura. Se inicia la diferencia de copas, Individuos de 0.5 metros a 0.9 metros de diámetro altura del pecho (DAP) y altura mayor de 1.50 metros.

#### **2.4.1.5 Fustal**

Etapas de desarrollo de un rodal en que se alcanza la madurez de los individuos. Se termina la poda natural. La altura de los ejemplares supera los 20 metros. y el diámetro altura del pecho (DAP) mayor a 0.10 metros hasta 0.30 metros.

#### **2.4.1.6 Altitud**

Es la distancia vertical de un punto de la Tierra respecto al nivel del mar, llamada elevación sobre el nivel medio del mar, en contraste con la altura, que indica la distancia vertical existente entre dos puntos de la superficie terrestre; y el nivel de vuelo, que es la altitud según la presión estándar mediante un altímetro, con esta variable se correlacionó con la regeneración natural para ver si tiene alguna relación para determinar su abundancia.

### 2.4.1.7 Pendiente

La pendiente se expresa a menudo como un porcentaje de la tangente. Se usa para expresar la inclinación del bosque o terreno en este caso se tiene una correlación importante con el crecimiento de las plántulas, la cual se determinó con la fórmula de Spearman que tanto influye o no en la regeneración natural

### 2.4.1.8 Exposición

En este procedimiento se tomaron las cuatro exposiciones las cuales son noreste, sureste, noroeste y suroeste del bosque comunal, para analizar si tiene algún efecto la luz del sol en cuanto a la abundancia de regeneración natural, en donde tiene un efecto que beneficia en la abundancia.

### 2.4.1.9 Abundancia

Parámetro que indica el número de individuos de una determinada especie.

## 2.4.2 Operacionalización de las Variables

Tabla No. 1 Operacionalización de la variable interviniente

<b>Variable interviniente</b>	Abundancia de regeneración natural
<b>Definición teórica</b>	Parámetro que indica el número de individuos de una determinada especie.
<b>Definición operacional</b>	Cantidad de individuos de la especie de pino colorado ( <i><b>Pinus oocarpa</b></i> Schiede)
<b>Indicadores</b>	Densidad Características físicas
<b>Sub-indicadores</b>	Condiciones Tala ilegal
<b>Nivel de medición para la variable interviniente</b>	Razón
<b>Unidad de medición para la variable interviniente</b>	Hectárea
<b>Categorización utilizado para la variable interviniente</b>	Cuantitativo
<b>Instrumentos utilizados para la variable interviniente</b>	Libreta de notas
<b>Método estadístico para la variable interviniente</b>	Error de muestreo

Fuente: elaboración propia operacionalización de las variable, 22 de octubre del año 2018.

Tabla No. 2 Operacionalización de la variable independiente

<b>Variable independiente</b>	Regeneración natural del pino colorado ( <i>Pinus oocarpa</i> Schiede).
<b>Definición teórica</b>	Vegetación arbórea que se encuentran la fase de crecimiento y desarrollo, por parte de un proceso natural de renovación del bosque.
<b>Definición operacional</b>	Levantamiento de parcelas, cuadrados para la categoría plántula, brinzal y latizal 25 m <sup>2</sup> y 100 m <sup>2</sup> de área y rectangular para la categoría fustal de un área de 500 m <sup>2</sup> .
<b>Indicadores</b>	Estado joven, adulto y maduro de la regeneración natural, con base a la frecuencia de diámetros. Calidad de regeneración natural
<b>Sub-indicadores</b>	Plántula Brinzal Latizal Fustal. Abundancia Calidad de regeneración natural Estado.
<b>Nivel de medición para la variable independiente</b>	Razón
<b>Unidad de medición para la variable independiente</b>	Centímetro y metro
<b>Categorización utilizado para la variable independiente</b>	Cuantitativo Cualitativo
<b>Instrumentos utilizados para la variable independiente</b>	Cinta métrica Clinómetro GPS Cinta diamétrica, Brújula Boleta de campo Arc Gis 10.3. Guía técnica Observación
<b>Método estadístico para la variable independiente</b>	Media aritmética Desviación estándar Coeficiente de variación Error de muestreo Error estándar Número de muestras

Fuente: elaboración propia operacionalización de las variable, 22 de octubre del año 2018.

Tabla No. 3 Operacionalización de la variable dependiente

<b>Variable dependiente</b>	Altura mínima y alta del bosque. Porcentaje de pendiente del bosque. Exposiciones que contiene el bosque.
<b>Definición teórica</b>	Distancia vertical de un punto de la tierra.  Porcentaje de la tangente para determinar la inclinación.  Indica los lados que tiene el bosque.
<b>Definición operacional</b>	Utilizando la correlación de Spearman a un nivel de significancia del 95%
<b>Indicadores</b>	Determinar si influyen las variables en cuanto a la abundancia de regeneración natural.
<b>Sub-indicadores</b>	Altitud Pendiente Exposición
<b>Nivel de medición para la variable dependiente</b>	Razón
<b>Unidad de medición para la variable dependiente</b>	Centímetro
<b>Categorización utilizado para la variable dependiente</b>	Cuantitativo
<b>Instrumentos utilizados para la variable dependiente</b>	Cinta métrica
<b>Método estadístico para la variable dependiente</b>	Spearman

Fuente: elaboración propia operacionalización de las variables, 22 de octubre del año 2018.

## 2.5 Alcances

### 2.5.1 Geográfico

La investigación se ejecutó en el bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, el cual cuenta con un área de 100 hectáreas, se ubica al noreste del municipio de Momostenango Departamento de Totonicapán, y este a su vez pertenece a la Región VI.

### **2.5.2 Social**

Se trabajó en conjunto con los comunitarios que circundan el bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango, para poder realizar el estudio sobre el comportamiento de la regeneración natural del pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede).

### **2.5.3 Temporal**

La investigación abarcó un periodo de tiempo el cual consistió en seis meses para su planificación, ejecución, análisis, presentación de propuestas y presentación final comprendida entre las fechas de julio del 2017 a enero del 2018.

## **2.6 Límites**

### **2.6.1 Financieros**

De parte del tesista se vio limitado los recursos económicos para sufragar los gastos de la investigación.

### **2.6.2 Geográfico**

La investigación se enfocó en el bosque comunal de Cakbachuy ubicado en Barrio Santa Ana del municipio de Momostenango, Totonicapán.

### **2.6.3 Social**

La falta de interés e involucramiento en el tema de parte de los comunitarios y en ocasiones por motivos familiares no se contó con su apoyo en algunas mediciones de campo.

## **2.7 Aportes**

### **2.7.1 Técnico**

El aporte técnico que la investigación brinda a los usuarios del bosque Cakbachuy y la Unidad de Gestión Ambiental de Momostenango –UGAM- es el poder reconocer la importancia que goza el comportamiento de la regeneración natural y como estos se clasifican en diferentes estados de desarrollos como lo son: plántulas, latizal, brinzal y fustal.

### **2.7.2 Social**

La investigación se enfocó específicamente al comportamiento de la regeneración natural del bosque comunal de Cakbachuy para darle un manejo adecuado al estado de desarrollo de plántulas, latizales, brinzales, fustales, contribuyendo de esta manera al cuidado y conservación del medio natural de la comunidad en general.

### **2.7.3 Profesional**

La importancia que tiene la obtención de datos cualitativos y cuantitativos para conocer el comportamiento que tiene la regeneración natural en los bosques naturales para ser analizados en el ámbito forestal y ambiental.

Desde el momento que se inicia la investigación es importante establecer el tipo, enfoque, método y técnicas para aplicar los procesos adecuados del método científico para alcanzar los objetivos planteados y aportar al componente forestal.

## Capítulo III

### 3.1 Metodología

#### 3.1.1 Enfoque de la investigación

Es una investigación no experimental con enfoque mixto, con enlace de estudio exploratorio la cual se recabo y vínculo datos de las parcelas del inventario forestal para después analizar cada uno de los resultados esto con el fin de responder al planteamiento del problema.

#### 3.1.2 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo descriptiva ya que se observó, describió el comportamiento y calidad de regeneración natural en las categorías de: plántula, brinzal, latizal y fustal.

Transversal: se analizó la relación entre las variables independiente (regeneración natural) y variable dependiente (exposición, altitud y pendiente) correlacionado para determinar si existe alguna dependencia en cuanto a la abundancia de la regeneración natural.

#### 3.1.3 Método

En esta investigación de regeneración natural se utilizaron los siguientes métodos

##### 3.1.3.1 Método mixto

Se recopiló y analizó datos cualitativos y cuantitativos de las parcelas forestales de regeneración natural del bosque comunal específicamente de la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), se utilizó este método con el propósito de lograr una representación más amplia y completa de los datos de investigación, así poder incrementar la confianza de los resultados.

##### 3.1.3.2 Método hipotético deductivo

Se utilizó este método debido a las correlaciones que contiene la investigación para determinar la abundancia de regeneración natural y su relación con las variables altitud, exposición y pendiente, aplicando el método estadístico de correlación de Spearman. Es una medida de asociación que requiere que ambas



variables sean medidas de manera que los datos puedan colocarse en dos series de orden para permitir y validar la hipótesis de una manera contundente y valida.

### **3.1.4 Técnicas e instrumentos**

Para la realización de la investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

#### **3.1.4.1 Observación**

Se llevó a cabo recorridos con autoridades comunales y técnicos de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM), para delimitar el área para la ejecución de la presente investigación de la regeneración natural de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), las observaciones se realizaron para determinar la calidad y abundancia de regeneración natural. El bosque comunal de Cakbachuy ubicado en el Barrio Santa Ana del municipio de Momostenango situado al noreste del municipio cuenta con un área de 100 hectáreas de bosque.

#### **3.1.4.2 Análisis de contenido**

Se aplicó esta técnica debido a la finalidad de la investigación, la cual cuenta con datos cuantitativos en donde se realizó las respectivas interpretaciones, donde se pudo trabajar los datos de una manera ordenada, clasificar y categorizar, determinar la abundancia y calidad de regeneración natural con datos cuantitativos.

#### **3.1.4.3 Consulta bibliográfica**

Se adquirió información a través de los medios físicos como libros, revistas, folletos, tricolores, páginas web para recopilar y complementar la información lo cual Permitió hacer una idea del desarrollo y las características de los procesos además de disponer información, para brindar soportes a la investigación del tema de investigación.

#### **3.1.4.4 Entrevista no estructurada**

Se aplicó por lo que es una técnica que se puede utilizar en investigaciones cualitativas para obtener información expresadas con sus propias palabras de la persona entrevistado, así poder comprender de las situaciones del área investigado, esta técnica se realizó con los alcaldes comunales del municipio de Momostenango, logrando obtener datos importantes para el enriquecimiento de la información de la

investigación comportamiento de la regeneración natural de la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede).

#### **3.1.4.5 Cartas cartográficas**

Se utilizó para la recopilación y normalizar información proveniente de diversas fuentes secundarias, estas cartas cartográficas han facilitado la recopilación de aspectos requeridos para emplear información del bosque comunal con relación a la regeneración natural hasta otras características como pendiente y vías de acceso para llegar al bosque comunal.

#### **3.1.4.6 Software Arc Gis 10.3**

Herramienta que se utilizó para sistematizar, organizar y administrar la información geográfica del bosque comunal en donde se realizó la investigación, con las coordinadas tomadas desde un GPS, se realizó el polígono y se determinaron los puntos sistemáticos de las parcelas forestales.

#### **3.1.4.7 Boleta de campo**

Es un instrumento de evaluación y recolección previamente establecidas en la cual se califica los datos obtenidos del campo para recabar información cualitativa y cuantitativa ya que la investigación requiere de estos datos

#### **3.1.4.8 Libreta de notas**

Es un instrumento donde se escribe todo el conjunto de información adquirida en el proceso de la entrevista no estructurada en la cual se describió expresiones, opiniones, hechos que pudiera constituirse en una valiosa información para la información.

### **3.1.5 Muestreo**

Se seleccionó muestras representativas de la población, ya que es una herramienta de la investigación científica cuya función básica es determinar la parte de la población debe examinarse, con la finalidad de hacer referencia sobre la población, en este caso la muestra logro una representación adecuada dela población.

### 3.1.5.1 Tipo de muestreo

Para la presente investigación se abordaron dos escenarios, siendo el primero el muestreo sistemático para obtener la información cuantitativa de las parcelas levantadas en el presente estudio, por otro lado, se utilizó el muestreo no probabilístico intencional, específicamente en el caso del estrato latizal ya que ilustraron características particulares de subgrupos de interés, donde se facilitó la comparación, describiéndose de la manera que sigue:

#### 3.1.5.1.1 Muestreo sistemático

La mejor forma de delimitar parcelas cuadradas es trazando diagonales desde el centro (Prodan et al, 1997). Esta operación puede hacerse con eficiencia y precisión empleando un cuadrante de material estable y resistente con las diagonales marcadas, que se monta en el centro de la parcela. Las parcelas de forma cuadrada se emplean principalmente cuando las unidades de muestreo son de gran tamaño. En inventarios forestales consiste en distribuir una red de parcelas ordenadas conforme a una geometría regular, sobre el área que se quiere muestrear. Este ordenamiento puede ser en red rectangular, cuadrada o de otro tipo. La distribución se inicia localizando aleatoriamente una unidad cualquiera de la red.

El diseño adecuado en inventarios forestales es la distribución sistemática de unidades muestrales. Los beneficios son los siguientes:

- En la mayoría de los casos se logra una representación más uniforme de la población.
- Es posible distribuir las unidades muestrales en terreno, aun careciendo de una representación cartográfica del bosque. La localización de las unidades es generalmente más eficiente.
- Con frecuencia resulta más eficiente que el muestreo aleatorio simple, ya que se obtiene un menor error de estimación para un mismo tamaño muestral.

Los principios de este diseño son: que sobre una población (bosque) se distribuye una muestra de " $n$ " unidades o parcelas, ordenadas sistemáticamente, con una partida al azar.

La red completa de unidades puede considerarse como un conglomerado sistemático, con un grado extremo de espaciamiento entre sus elementos. De

este hecho se deduce lo siguiente, puesto que los estimadores más son aplicables en este caso:

- Toda la red sistemática constituye una sola unidad muestral independiente.
- El promedio de la  $n$  unidades de la red, expandido a totales por unidad de superficie, tiene como esperanza el valor poblacional  $Y/A$ ; luego, la red sistemática proporciona estimaciones insesgadas de los parámetros poblacionales.
- Las intensidades mínimas se fijan en función de la superficie total de los estratos forestales. Las intensidades de muestreo pueden variar en los diferentes estratos según su importancia y valor económico; siempre y cuando se alcance la intensidad mínima en el muestreo total de los estratos forestales, (Dauber, 1,995).

#### **3.1.5.1.2 Muestreo no probabilístico intencional**

Este tipo de muestra se utilizó con el propósito de recabar información específica y directa del área de investigación con representantes de las autoridades comunales del municipio de Momostenango y personal técnico, para obtener resultados representativos y confiables de la no presencia de la categoría latizal.

#### **3.1.5.2 Criterio de aplicación**

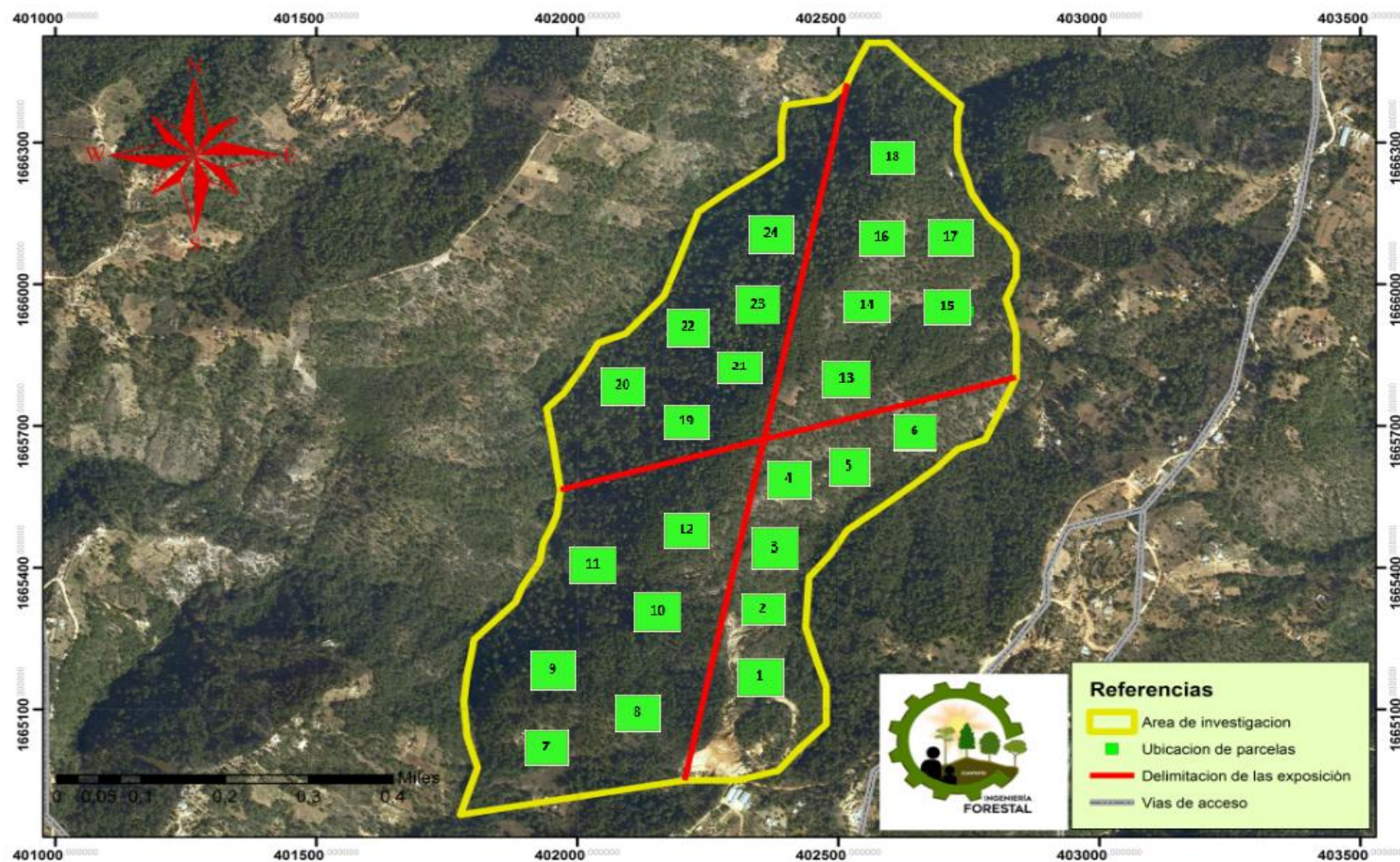
Conlleva los siguientes pasos:

- El proceso que se realizó en la ejecución del muestreo sistemático para determinar los puntos para la realización de las parcelas forestales, consistió en delimitar el área del bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango. El total de área del bosque es de 100 hectáreas.
- Posteriormente se delimitó las cuatro exposiciones, noreste, noroeste, suroeste y sureste, esto proceso se realizó para determinar la abundancia de regeneración natural para cada exposición del bosque.
- El total de muestras (parcelas) recabadas en toda el área del bosque fueron 24 parcelas forestales distribuidas sistemáticamente a un distanciamiento de  $150\text{ m}^2$  de cada parcela forestal.
- Para obtener una variabilidad y confiabilidad en los datos se distribuyó 6 parcelas en la 4 exposición del bosque con los objetivos de determinar si existe

alguna relación en cuanto a la abundancia de la regeneración natural correlacionados con la exposición, pendiente y altitud.

- Para ubicar cada punto en el bosque se extrajo las coordenadas GTM del mapa realizado en Arc Gis 10.3 y cargarlos al GPS ubicando así de manera más rápida y confiable cada unidad de estudio. Se hace referencia de los pasos aplicados en el siguiente mapa (Ver figura 1).
- El paso que se utilizó en la ejecución del muestreo no probabilístico para determinar los individuos adecuados, fue que tengan el conocimiento adecuado y la autorización respectiva.
- Los individuos seleccionados para la entrevista no estructurada fueron los alcaldes comunales del municipio de Momostenango y técnicos de la oficina municipal: Unidad de Gestión Ambiental Municipal. Para obtener información esencial a cerca del estado de la regeneración natural de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede) del bosque comunal, ubicado en el Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango. (Ver cuestionario, anexo No.3)

Figura No. 1. Mapa con coordenadas GTM del bosque comunal, parcelas forestales de forma sistemática.



Fuente:  
elaboración propia  
bosque comunal del municipio de Momostenango, Totonicapán. Septiembre del 2017.

### ▪ Tamaño y forma de la parcela para regeneración natural

De acuerdo con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE (1994), para estudiar el estado de la regeneración natural se utilizan unidades de muestreo de tamaños y formas diferentes por cada categoría plántula, brinzal, latizal y fustal, tal como se muestra a continuación:

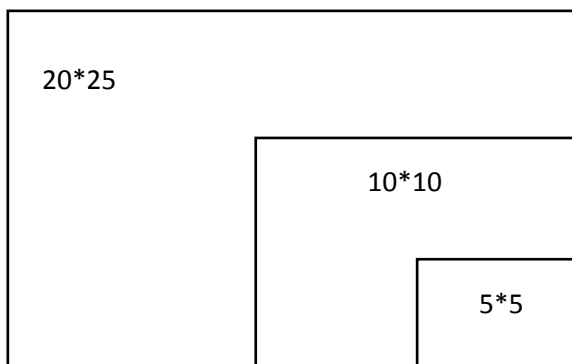
**Tabla.No.4. Tamaño de las parcelas de la investigación.**

<b>Categoría de crecimiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tamaño de parcela</b>	<b>Forma de parcela</b>
Plántula	Regeneración menores a 0.30 m de altura	5x5 metros <sup>2</sup>	Cuadrado
Brinzal	Altura mayor de 0.30 m a 1.5 m.	5x5 metros <sup>2</sup>	Cuadrado
Latizal	Altura mayor de 1.5 cm. 9.9 cm de DAP.	10x10 metros <sup>2</sup>	Cuadrado
Fustal	Árboles mayores de 10 cm. a 30 cm. de DAP.	20x25 metros <sup>2</sup>	Rectangular

Fuente: Sáenz y Finegan, 2000.

A continuación se detalla el proceso para la elaboración de las parcelas, se realizaron parcelas de 500 m<sup>2</sup> de área de forma rectangular para la categoría fustal, dentro de ellas se realizó las parcelas de un área de 100 m<sup>2</sup> de forma cuadrada para la categoría latizal y por último se realizó dentro de estas las parcelas de 25 m<sup>2</sup> de forma cuadrada para las categorías de brinzal y plántula. Este procedimiento se aplicó para las 24 parcelas levantadas en el área de investigación.

**Tabla. No.5. Forma y tamaño de las parcelas.**



Fuente: Rojas T & Tello E. 2006.

### **3.1.6 Fases de la investigación**

#### **3.1.6.1 Diseño y aprobación de proyecto de investigación**

Se elaboró un plan de investigación para establecer el tema a investigar y datos generales que se realizaron durante el proceso de investigación, colocando el título del tema, la introducción, antecedentes, marco teórico y legal, planteamiento del problema, hipótesis, variables, objetivos, metodología, alcances, límites, aportes, impactos, anexos y bibliografía, siendo estos elementos fundamentales para la iniciación de una investigación. Seguidamente el plan de investigación fue revisado y aprobado por el asesor, terna evaluadora, realizando las observaciones correspondientes para su aplicación en el campo.

#### **3.1.6.2 Desarrollo de la investigación**

Después de ser aprobado el diseño de investigación, se pasó a la segunda fase que fue desarrollar la investigación según lineamientos de la guía de investigación, donde se levantaron las parcelas forestales en el bosque comunal y se aplicaron los instrumentos para recolectar la información necesaria e ir analizando los datos tanto cualitativa como cuantitativamente para poder finalmente elaborar el informe de investigación final.

### **3.1.7 Análisis de la información**

De acuerdo a los datos obtenidos de cada unidad de muestreo se procedió a crear una base de datos en el programa de Microsoft Excel, que se utilizó como base para el respectivo análisis, para determinar las variables cualitativas y cuantitativas de la regeneración natural y de variables que influyen en la abundancia. Para ello se utilizó el software, IBM SPSS Statistics.

#### **3.1.7.1 Determinación del tamaño de muestra**

Para determinar el tamaño de muestra de la unidad de estudio se utilizaron varias fórmulas estadísticas para su respectivo análisis estadístico, tomando como base el número de individuos del estrato brinzal y plántula encontrados por unidad de muestreo. Autores: (Carrera, Márquez 1996 - 1997 Pág.7.)

- a) Media aritmética:** Se definió la media aritmética del volumen total del área estudiada, como la suma de un conjunto de observaciones, dividida entre el



número total de ellas. Para este caso se utilizaron los individuos del estrato fustal y plántula. (observar procedimiento anexo 7 y 10).

#### Formula No. 1

$$X = \frac{\sum Xi}{n}$$

#### En donde

$X_i$  = Sumatoria valor observado de la i-ésima unidad muestral

$N$  = Número de unidades de la muestra (tamaño de la muestra)

**b) Desviación estándar:** Son medidas que caracterizan la dispersión de los individuos con respecto a la media. Nos dan idea sobre, si la mayoría de los individuos en una población son próximos a la media o diseminados. (Observar procedimiento anexo 7 y 10).

#### Formula No. 2

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2/n}{n - 1}}$$

#### Dónde:

$S$  = Desviación estándar.

$X_i$  = Valor observado de la i-ésima unidad muestral.

$X$  = Media aritmética de la muestra

$n$  = Tamaño de la muestra

**c) Coeficiente de variación:**

Las medidas de dispersión anteriores se expresan en valores absolutos, consecuentemente no hacen válida la comparación de variabilidad entre poblaciones o muestras que se dan en unidades diferentes. El problema de comparar variación entre observaciones que se expresan en unidades diferentes, se resuelve recurriendo a una medida relativa de dispersión que considere, además de la variación absoluta, a la media de la población (Observar procedimiento anexo 7 y 10).

**Formula No. 3**

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

**Dónde:**

CV = Coeficiente de variación

S = Desviación estándar

X = Media aritmética

100 = Constante

**d) Error estándar:**

Lo que más aparece en un muestreo, aparte de la media, es su exactitud. Se sabe que cada media estimada con base en un muestreo tiene un error estadístico, el cual también hay que calcular.

A diferencia de la desviación estándar que mide el promedio de las desviaciones de las observaciones individuales respecto a la media muestral, el error estándar mide el desvío de las medias muestrales respecto a la media poblacional de los individuos (Observar procedimiento anexo 7 y 10).

**Formula No. 4****Dónde:**

Sx = Error estándar de la media

S= Desviación estándar

n= Tamaño de la población

$$Sx = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

**e) Error de muestreo**

Indica la confiabilidad de los resultados obtenidos de las muestras del área de investigación.

**Formula No.5**

$$EM= t(Sx)$$

**Dónde:**

t= Tabla de t de student

Sx= Error estándar de la media

**f) error de muestreo %**

Determina la confiabilidad de los resultados como porcentaje de las muestras.

**Formula No.6**

$$EM\% = \frac{t(Sx)}{X} * 100$$

**Dónde:**

t= Tabla de t de student

Sx= Error estándar de la media

X= Media Muestral

100= %

**e) Límites de confianza**

El límite de confianza nos indica el intervalo donde se encuentra la verdadera media de la población.

**Formula No. 7**

**Dónde:**

$$X \pm t (Sx)$$

$\mu$ = Media Poblacional

X= Media Muestral

t(Sx) = Error de Muestreo

### e) Número de parcelas

Se aplicó las siguiente formula con un 95% de confiabilidad y un error de muestreo de 17% aplicado para la categoría de plántulas y brinzal aunque este error es muy alto, es adecuado para este estudio como lo explica (Márquez, 1997) el bosque es heterogéneo por la cual existe una variabilidad en cuanto a los datos obtenidos de las parcelas levantadas de 25 m<sup>2</sup> de área.

Se aplicó las siguiente formula con un 95% de confiabilidad y un error de muestreo de 15 % aplicado para la categoría latizal y fustal el área de la parcela fue de 500 m<sup>2</sup>. (Márquez, 1997) (Observar procedimiento anexo 7 y 10).

#### Formula No. 8

$$n = \frac{t^2 \times Cv^2}{E\%^2}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

E%= Error de muestreo 17%

CV= Coeficiente de variación encontrado en la muestra

t= Valor de significancia para una distribución Normal (95%)

**Formula del volumen:** para el análisis de los datos de las parcelas de la categoría latizal y fustal.

#### Formula No. 9

$$V = DAP^2 \times \pi/4 \times H \times Ff \text{ (Carrera F.)}$$

Dónde:

V= Volumen total metros cúbicos

DAP<sup>2</sup>= Diámetro a la altura del pecho expresado en metros cuadrados

$\pi/4$  =es una constante del área de un círculo

H= Altura en metros

Ff= Factor de forma

### 3.1.8 Calidad de la regeneración natural.

Para determinar la abundancia de la regeneración natural por clase de desarrollo se realizó un inventario cuantificando el número de individuos por ha, este ofreció un panorama del estado actual de la regeneración de pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede), del bosque comunal aunado a ello la calidad, se implementó los siguientes criterios tomado de Torres (1979).

- Bueno (B): Abundante follaje, color verde intenso de las hojas, fuste recto y apariencia sana de la planta.
- Regular (R): Mediano follaje; color verde de las hojas, con presencia de color verde pálido y apariencia sana de la planta.
- Malo (M): Poco follaje; color predominantemente verde amarillo de las hojas, fuste irregular y apariencia débil de la planta.

### 3.1.9 Correlación de Spearman

Para determinar si existe alguna dependencia en cuanto a la abundancia de la regeneración natural (plántula, brinzal y fustal) con base a la pendiente, altitud, exposición, se empleó un método estadístico no paramétrico, debido a que una de las variables es ordinal la cual no cumple los supuestos para emplear un método de correlación de Pearson, para este caso se empleó el método de correlación de Spearman. Para ello se utilizó el software IBM SPSS statistics v 23.

Es una medida de asociación que requiere que ambas variables sean medidas por lo menos en una escala ordinal, de manera que los sujetos puedan colocarse en dos series ordenadas.

Procedimiento:

- Se asignó rangos en las variables (X) regeneración natural (Plántula, brinzal y fustal) +con las variables (Y) altitud, pendiente y exposición, se utilizaron de manera independiente.
- Se determinó las diferencias entre los rangos ( $d_i$ ).  $d_i = X_i - Y_i$
- Nivel de significancia del 5% (0.05)
- Se eleva al cuadrado cada  $d_i$  y luego se sumó los resultados, para

### Fórmula No, 10. De Spearman:

$$r_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} d_i^2}{n^3 - n}$$

En donde:

1= Constante

$r_s$  = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

$d$ = Diferencia entre los rangos (X) regeneración natural, (Y) altitud, pendiente y exposición)

$n$ = Números de datos

$x_i$ = el rango de sujetos  $i$  con respecto a una variable

$y_i$ = el rango de sujetos  $i$  con respecto a una segunda

Para comprobar la significación estadística del índice de correlación se consulta el valor correspondiente de las variables en la tabla, altitud/vegetación, exposición/vegetación y pendiente/vegetación, que se obtendrá de las correlacionadas.

Regla de decisión: si  $r_s$  es mayor o igual al valor de la tabla, se rechaza la hipótesis nula es decir si hay correlación entre las variables a un nivel de significancia de 95%.

## 3.2 Recursos

Los recursos que se utilizaron para la investigación fueron los siguientes:

### 3.2.1 Talento humano

**Tabla No. 6. Recursos humanos**

<b>Participantes</b>	<b>cantidad</b>
Tesista ( CUNTOTO)	1
Asesor	1
Equipo de trabajo	4
Técnicos de la UGAM	3
Alcaldes comunales	32

Fuente: elaboración propia, septiembre del año 2017.

### 3.2.2 Físicos

**Tabla No.7 Mobiliario y equipo de cómputo.**

<b>Descripción</b>	<b>cantidad</b>
Computadora	1
Impresora	1
USB	1
Cámara fotográfica	1
Oficina	1
Hojas	500
Documento de información	7
Libros	8
Paleógrafos	1
Mesa	1
Silla	1
Lapiceros, marcadores	2
Transporte	1

Fuente: elaboración propia, recursos utilizados.  
septiembre del año 2017.

### 3.2.3 Financieros

Para el desarrollo de la investigación el tesista sufrago los costos correspondientes.  
(Véase anexo, p. 80.)

## Capítulo IV

### 4.1 Resultados

A continuación se da a conocer los resultados del estudio de regeneración natural del pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede). Realizado en el bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana del municipio de Momostenango.

**Tabla No. 8. Datos de pendientes y altitudes del bosque comunal.**

<b>Exposición</b>	<b>No. de parcelas</b>	<b>Medias de pendientes (%)</b>	<b>Medias de altitudes (msnm)</b>
<b>Noreste</b>	<b>6</b>	<b>49</b>	<b>2,140</b>
<b>Noroeste</b>	<b>6</b>	<b>62</b>	<b>2,176</b>
<b>Sureste</b>	<b>6</b>	<b>26</b>	<b>2,146</b>
<b>Suroeste</b>	<b>6</b>	<b>43</b>	<b>2,204</b>

Fuente: elaboración propia, características del bosque comunal, septiembre del año 2017

Mediante un muestreo sistemático en el bosque comunal se levantaron y midieron 24 parcelas, 6 por cada exposición como se muestra en la tabla No. 8, distribuidas a través de todo el bosque de un área de 100 hectáreas, se realizó este procedimiento para obtener datos representativos y confiables.

Se muestro cada una de las referencias tales como: altitudes, exposiciones y pendientes para cada uno de las parcelas. Para cada exposición se promediaron los datos. La pendiente más pronunciada es de 62% la cual corresponde a la exposición noroeste y una mínima de 26% que corresponde a la exposición sureste, con base a estos resultados se determinó que el bosque está conformado por pendientes variadas. La altitud más elevada del bosque comunal es de 2,204 msnm y una mínima de 2,140 msnm.



#### 4.1.1 Datos del muestreo sistemático del bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango.

**Tabla No.9. Datos de las parcelas levantadas en el área de investigación.**

<b>Exposición</b>	<b>Densidad Fustal</b>	<b>Densidad Latizal</b>	<b>Densidad Brinzal</b>	<b>Densidad Plántula</b>
Noreste	104	0	9	21
Noroeste	100	0	3	18
Sureste	132	0	2	20
Suroeste	99	0	8	19
<b>Total</b>	<b>435</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>78</b>

Fuente: elaboración propia, datos estadísticos, septiembre del año 2017

El total de muestras (parcelas forestales) ejecutadas en toda el área del bosque fueron 24 parcelas forestales distribuidas sistemáticamente esto con el propósito de tener variabilidad y confiabilidad en los datos recabados. Se distribuyó 6 parcelas por cada exposición.

Los datos de la categoría fustal se obtuvieron de las parcelas de 500 m<sup>2</sup> de área, con una forma rectangular, el área de las parcelas de la categoría latizal fue de 100 m<sup>2</sup> la forma de las parcelas fueron cuadradas, las categorías brinzal y plántula el área de las parcelas fueron de 25 m<sup>2</sup> con parcelas cuadradas.

En la tabla No 9, se detalla el número de muestras recabadas por exposición de las categorías fustal, latizal, brinzal y plántula. Seguidamente se tiene el total general de las muestras. Estos datos fueron utilizados para el análisis estadístico de la regeneración natural en cuanto a su abundancia y calidad de regeneración estos procedimientos se detallan en el anexo No 7 y 10.

#### 4.1.2 Resultados estadísticos del estudio de regeneración natural de estrato fustal, brinzal y plántula

**Tabla. No.10. Análisis estadístico de la regeneración natural de las categorías latizal y fustal del área de estudio**

Descripción estadística	simbologías	resultados
Media aritmética	X	6.54
Desviación estándar	S	<b>2.28</b>
Coeficiente de variación (%)	CV	<b>34.87</b>
Error estándar	Sx	<b>0.47</b>
Error de muestreo	EM	<b>0.96</b>
Error de muestreo (%)	EM%	<b>14.73</b>
Límite de confianza superior	Ls	<b>7.50</b>
Límite de confianza inferior	Li	<b>5.57</b>
Número de unidades muestras	NUM	<b>23.14</b>
Nivel de confianza 95%	%	<b>2.074</b>

Fuente: elaboración propia de los elementos estadísticos de la regeneración natural de la categoría fustal y latizal. septiembre del año 2017.

De acuerdo a los datos obtenidos del análisis estadístico se utilizó la fórmula de volumen en metros cúbicos.  $V = DAP^2 \cdot \pi / 4 \cdot H \cdot Ff$ , de la categoría fustal de cada unidad de la muestra, se determinó un error de muestreo de 14.73 % lo cual indica una confiabilidad en los datos del estado actual de la regeneración natural de la categoría latizal y fustal, para ello no fue necesario realizar el levantado de más unidades de muestras ya que con este error se determinó que con 15 % de error de muestreo era necesario levantar 23 parcelas, de las cuales se levantaron 24 parcelas distribuidas sistemáticamente en el área de estudio. (Observar procedimiento anexo 7 y 10).

Observación: Se aplicó las siguiente formula con un 95% de confiabilidad y un error de muestreo de 15 % aplicado para la categoría latizal y fustal el área de la parcela fue de 500 m<sup>2</sup>. (Márquez, 1997). En este procedimiento no se utilizó la categoría latizal debido a que no se encontró ningún dato en el área de investigación.

**Tabla.No.11. Análisis estadístico de la regeneración natural de las categorías estrato plántula y brinzal del área de estudio**

<b>Descripción estadística</b>	<b>Simbologías</b>	<b>Resultados</b>
Media aritmética	X	4.20
Desviación estándar	S	1.65
Coeficiente de variación (%)	CV	39.82
Error estándar	Sx	0.34
Error de muestreo	EM	0.70
Error de muestreo (%)	EM%	16.80
Límite de confianza superior	Ls	4.86
Límite de confianza inferior	Li	3.46
Número de Unidades Muestras	NUM	23
Nivel de confianza 95%	%	2.074

Fuente: elaboración propia elementos estadísticos de la regeneración natural de la categorías plántula y brinzal, septiembre del año 2017.

De acuerdo a los datos obtenidos del análisis estadístico utilizando el número de individuos de plántula y brinzal de cada unidad muestral, se determinó un error de muestreo de 16.80 % lo cual indica una confiabilidad en los datos del estado actual de la regeneración natural de clase de desarrollo plántula y brinzal.

Observación: Este error es adecuado, para este tipo de estudio, debido a que el bosque es heterogéneo, posee pendiente y altitud variadas, la pendiente más elevada es de 62% y la baja es de 26% esto influye en la toma de datos de las parcelas levantadas por la cual se refleja en el error de muestreo, tal como lo sustenta (Márquez, 1997). Para ello no fue necesario realizar el levantado de más unidades muestrales ya que con este error se determinó que con 17 % de error de muestreo, establecer solamente 23 parcelas de las cuales se levantaron 24 parcelas distribuidas sistemáticamente en el área de estudio.

#### 4.1.3 Análisis estadístico de la abundancia de regeneración natural por exposición del área de estudio

**Tabla. No 12. Número de individuos por hectárea de las exposiciones del bosque comunal.**

Exposiciones	Densidades por hectáreas				
	No. ind/ha Plántulas	No. ind/ha Brinzales	No. individuos/ha latizal	No. ind/ha Fustales	No. individuos /ha
Noreste	1,400	600	0	347	2,347
Noroeste	1,200	200	0	334	1,733
Sureste	1,333	134	0	440	1,906
Suroeste	1,267	534	0	331	2,130
<b>Promedio/ha</b>	<b>1,300</b>	<b>367</b>	<b>0</b>	<b>363</b>	<b>2,029</b>

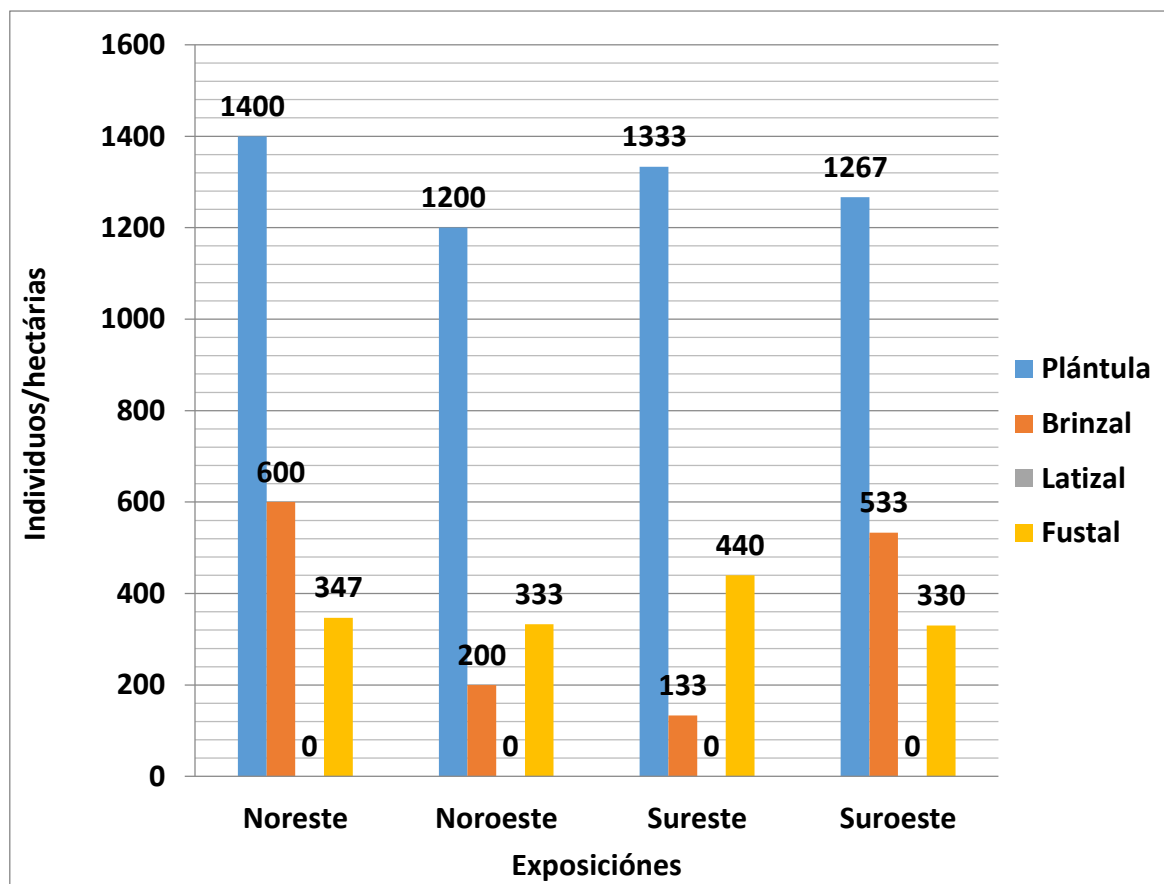
Fuente: elaboración propia, datos estadísticos, septiembre del año 2017

Se detalla el número de individuos por exposición y ha, del bosque comunal de Cakbachuy, municipio de Momostenango, Totonicapán.

Como se puede observar en la tabla No.12, abunda en promedio plántulas por tener la cantidad de 1,300 individuos/hectárea, mientras que en el brinzal posee 367 individuos/hectárea, en el latizal no se encontró ningún individuo, esto se debe a que los pobladores talan ilegalmente esta categoría, utilizándolo como fuente de energía para la preparación de sus alimentos y otros uso, esto viene a repercutir directamente el bosque principalmente en la regeneración natural. Este resultado se determinó con la técnica, entrevista no estructurada que se realizó a las autoridades comunales del municipio.

Finalmente el fustal posee 363 individuos/hectárea; esto datos indica que la regeneración natural en el bosque sufre un desequilibrio en su desarrollo debido a la falta de la categoría latizal, esto muestra que en algunos años el bosque tendrá una reducción considerable, en individuos de la categoría fustal afectando directamente la regeneración natural, por la cual se considera propicio aplicar planes de manejo para erradicar estos desequilibrios en la regeneración natural.

**Figura No.2. Número de individuos por hectárea y exposición de las categorías de Plántula, Brinzal, Latizal y Fustal.**



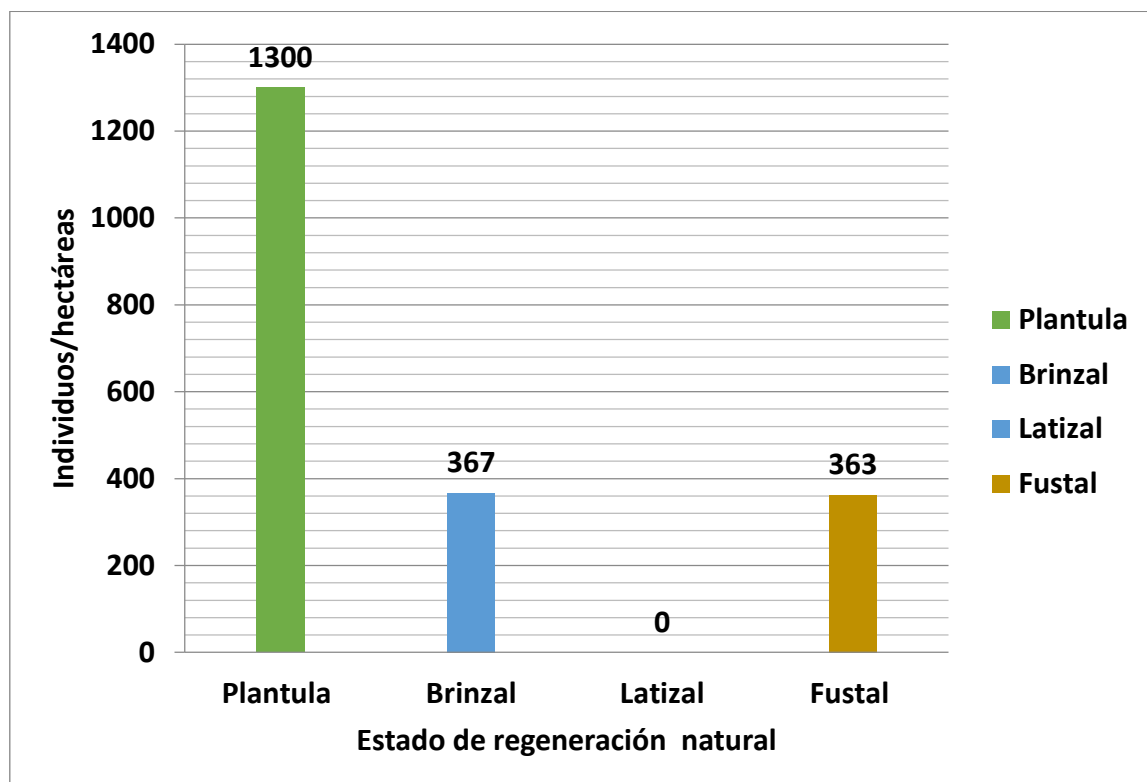
Fuente: elaboración propia de las categorías de regeneración natural, septiembre, año 2017.

En esta figura se proyecta de manera detallada el comportamiento de las categorías, plántula, brinzal, latizal y fustal, estos resultados se obtuvieron en base de las parcelas forestales ejecutadas.

Es de vital importancia aplicar un plan de manejo para la recuperación de la categoría latizal, como se puede observar está ausente en las cuatro exposiciones del bosque comunal, por lo que se tiene un desequilibrio en el desarrollo y recuperación del bosque.

Estos datos son de la especie de pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede), ubicado en el bosque comunal de Cakbachuy del municipio de Momostenango, Totonicapán.

Figura No.3. Abundancia de regeneración natural de (*Pinus oocarpa* Schiede) por hectárea.



Fuente: elaboración propia, datos de las categorías plántula, brinzal, latizal y fustal, septiembre del año 2017.

En la figura No.3. Se observa que el estado de desarrollo de plántulas se encuentra en condiciones adecuadas ya que se tiene 1,300 plántulas/ hectárea. Según El Instituto Nacional de Bosques y el Programa Regional Forestal para Centroamérica –INAB-PROCAFOR-, establecen que un área con regeneración natural es considerada adecuada o establecida cuando posee una densidad de  $\geq 900$  individuos por hectárea (INAB, 2001), en el caso del estudio realizado nos encontramos que se acepta la propuesta del INAB ya que sobre pasa los datos del mismo, no se tiene una cantidad adecuada para las otras categorías de regeneración natural.

La regeneración natural sufre una disminución a medida que cambia de categoría, como podemos observar en esta figura que de la categoría de plántula a la categoría brinzal tiene una disminución considerable, de igual manera en la categoría latizal. Se resalta que la categoría fustal en comparación con la categoría brinzal tiene una cantidad similar esto es importante ya que se tiene árboles que proporcionan al bosque semillas para la regeneración natural, de pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede).

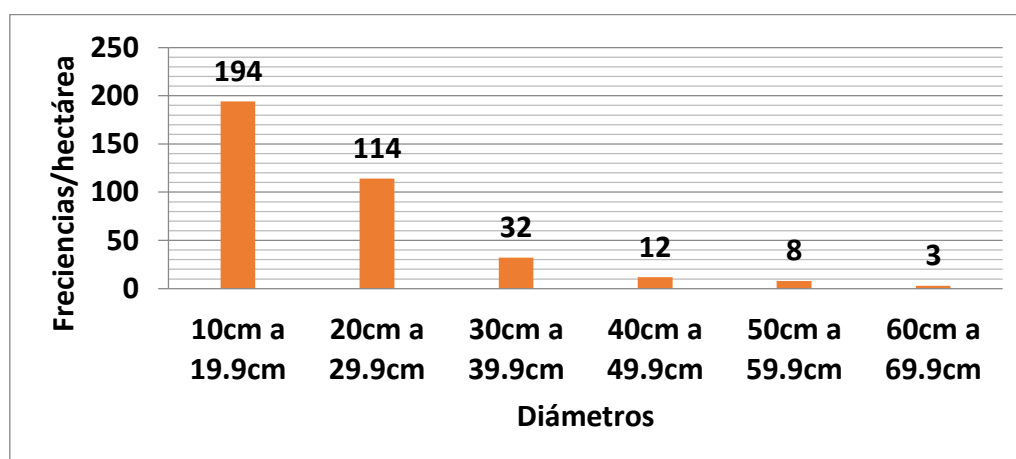
**Tabla. No.13. Número de individuos por hectárea de la clase diamétrica en la categoría fustal.**

Diámetros	Clases diamétricas					
	10 cm a 19.9 cm	20 cm a 29.9 cm	30 cm a 39.9 cm	40 cm a 49.9 cm	50 cm a 59.9 cm	>60 cm
Noreste, cantidad de individuos	140	152	43	6	3	
Noroeste, cantidad de individuos	160	102	23	29	16	
Sureste, cantidad de individuos	295	129	13	0	3	
Suroeste, cantidad de individuos	181	73	49	13	10	3
<b>Promedio/ha</b>	<b>194</b>	<b>114</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>3</b>

Fuente: elaboración propia, datos estadísticos, septiembre del año 2017

En el tabla No.13. Se observa la clase diamétrica de la especie de Pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede). Por hectárea, del bosque comunal Cakbachuy. Se detalla en rangos de 10 cm a 10 cm para determinar la frecuencia de diámetros a la altura del pecho (DAP) que tiene el bosque comunal. Obteniendo la frecuencia de diámetro a la altura del pecho (DAP) se determina la edad del bosque las cuales son las siguientes: bosque joven para los diámetros a la altura del pecho (DAP) de 10 cm a 29.9 cm, bosque adulto con (DAP) de 30 cm a 49.9 cm y bosque maduro con diámetros a la altura del pecho (DAP) de 50 cm en adelante tomando en consideración las exposiciones, noreste, noroeste, sureste y suroeste.

**Figura No.4. Clase de desarrollo general del bosque comunal Cakbachuy del municipio de Momostenango.**



Fuente: elaboración propia, datos estadísticos, septiembre del año 2017

La mayor frecuencia de individuos se registraron en la clase diamétrica de 10cm a 19.9cm de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), con un total de 194 individuos/hectárea del área muestreada, seguidamente por la frecuencia de clase diamétrica de 20 cm a 29.9 cm de DAP, con un total de 114 individuos/hectárea del área muestreada,

La frecuencia de clase diamétrica de 30 cm a 39.9 cm de DAP, es de 32 individuos/hectárea, posteriormente la frecuencia de clase diamétrica de 40 cm a 49.9 cm de DAP con un total de 12 individuos/hectárea y la frecuencia de la clase diamétrica de  $\geq 50$  cm DAP con un total de 11 individuos/hectárea.

Se interpreta que el bosque es joven ya que la mayor frecuencia se concentra en la clase diamétrica de 10 cm a 19.9 cm de DAP, esto muestra que la regeneración natural posee una alta capacidad de recuperación ante los disturbios antropogénicos, plagas y enfermedades, de la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Shiede).

Al igual se tiene una cantidad mínima de árboles semilleros como se observa en la frecuencia de clase diamétrica de 40 cm a 50 cm, se tiene 20 árboles semilleros/hectárea. La cual repercute en la recuperación de la regeneración natural. El Instituto Nacional de Bosques –INAB- recomienda como mínimo de 15 a 30 árboles semilleros/ hectárea. Fuente: (Manual PROBOSQUE, INAB).

#### 4.1.4 Calidad de regeneración natural de la categoría fustal

**Tabla No.14. Porcentaje de regeneración natural del bosque comunal de (*Pinus oocarpa* Schiede).**

<b>Calidad de regeneración natural</b>			
<b>Exposición</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
Noreste	55	40	9
Noroeste	53	46	1
Sureste	59	70	3
Suroeste	55	34	10
Total	222	190	23
<b>Porcentaje (%)</b>	<b>51%</b>	<b>44%</b>	<b>5%</b>

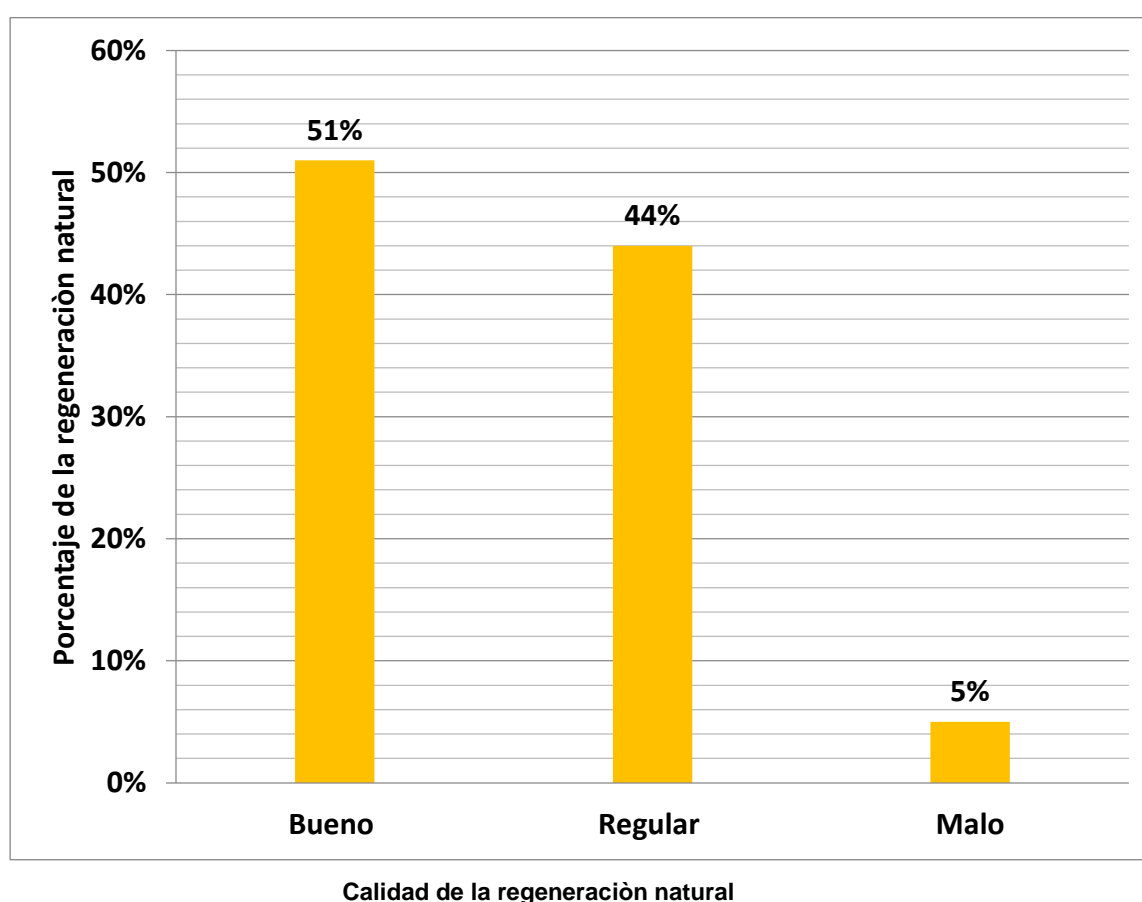
Fuente: elaboración propia, septiembre del año 2017.



En la tabla No. 14, se detalla los resultados obtenidos por parcela, de las cuatro exposiciones Noreste, Noroeste, Suroeste y Suroeste para poder determinar la calidad de regeneración natural del bosque.

Para determinar la abundancia de calidad de la regeneración natural se utilizó tres criterios las cuales son: bueno, regular y malo. Tomando como indicadores, abundancia de follaje, color de las hojas, forma del fuste y salud del árbol, se utilizaron datos de las parcelas de 500 m<sup>2</sup>, de la categoría fustal.

**Figura No. 5. Calidad de regeneración natural fustal, buena, regular y mala.**



Fuente: elaboración propia, figura de calidad de regeneración natural, septiembre del año 2017

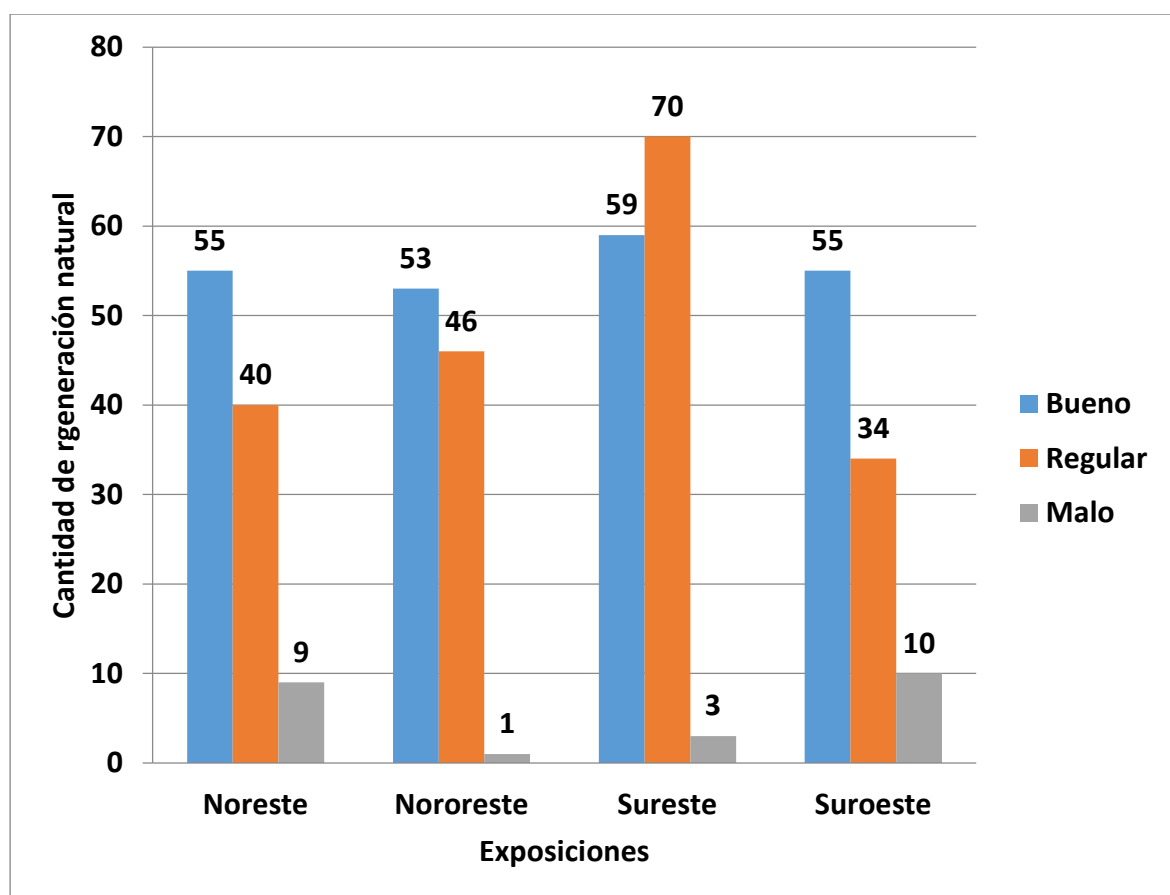
La calidad de regeneración fustal del bosque estudiado muestra un porcentaje del 51% de regeneración natural de calidad bueno, ya que tiene abundancia de follaje de color verde intenso y fuste recto sin ningún daño causado por plagas o enfermedades. Como también un porcentaje de 44% regular de

regeneración natural, con hojas de color verde pálido y fuste inclinado, no se detectó presencia de ninguna plaga o enfermedad.

La calidad de regeneración malo representa un 5% sus características son, Poco follaje; color predominantemente verde amarillo de las hojas, fuste irregular y apariencia débil de la planta. Esto demuestra que el bosque comunal de Cakbachuy, posee condiciones adecuadas para su desarrollo.

Cabe resaltar que no se encontró daños causados por plagas y enfermedades por lo que se considera de suma importancia aplicar planes de manejo para prevenir cualquier plaga o enfermedad.

**Figura No.6. Cantidad de regeneración natural en las cuatro exposiciones del bosque comunal.**



Fuente: elaboración propia, calidad de regeneración del (*pinus oocarpa*), septiembre del año 2017.

En la figura No, 6. Se detalla la calidad de regeneración natural, en las 4 exposiciones, como se puede observar que la calidad de regeneración natural en estado bueno se mantiene alta con un promedio de 56%. La calidad de regeneración natural de estado regular tiene un promedio de 47% y con un 5% de promedio la regeneración natural en estado malo.

Estos datos se utilizaron para la identificación de la calidad de regeneración natural del bosque comunal, la cual muestra que las condiciones son adecuadas para el desarrollo de la especie de pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede), logrando así una abundancia adecuada. Cabe resaltar que el bosque comunal no tiene planes de manejo, por la cual es necesario aplicar en beneficio de conservación y protección de la regeneración natural.

#### **4.1.5 Sistematización de resultados a través de la técnica entrevista no estructurada dirigida a autoridades comunales y técnicos de la UGAM para dar a conocer la no existencia de la categoría latizal.**

##### **¿Por qué no existen individuos de regeneración natural en la categoría latizal del bosque comunal, ustedes saben algo al respecto?**

De acuerdo a la entrevista realizada a los alcaldes comunales del municipio de Momostenango conformado por 16 personas representantes de los cuatro Barrios del municipio; se determinó que la causa principal de la disminución de la categoría latizal se debe a que los pobladores talan ilegalmente la misma, por otra parte se debe a la presencia de incendios forestales repentinos lo utilizan como fuente de energía para la preparación de sus alimentos y otros usos. Por ende, esto viene a repercutir directamente en la regeneración natural del bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango.

##### **¿Qué hacen al respecto como autoridades comunales, para erradicar la tala ilegal en el bosque?**

Como autoridades de las comunidades solamente denunciaremos estos ilícitos a las instituciones responsables del manejo y protección del bosque.

##### **¿Tienen algún conocimiento como autoridades comunales del manejo de regeneración natural?**

Debido a la falta de información e interés sobre estos temas, desconocemos las técnicas de manejo de regeneración natural; por otro lado lo que hemos visto en bosques vecinos la presencia a gran escala de plagas o enfermedades; por lo que es necesario, brindar información de técnicas silvícolas para el manejo de regeneración natural de pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede).

##### **¿Qué estrategia utilizan como técnicos de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal para el cuidado y protección de la regeneración natural?**

Hasta el momento, la oficina municipal, no cuenta con ninguna estrategia técnica acerca del cuidado y protección de la regeneración natural del bosque comunal; lo que hasta el momento hemos aperturado es la inserción de estudiantes de las carreras técnicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 4.2 Comprobación de hipótesis

### 4.2.1 Planteamiento de la hipótesis

- **Hipótesis alternativa (Ha):** existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural (plántula, brinzal y fustal), con relación a las variables altitud, exposición y pendiente a un nivel de significancia del 95%.
- **Hipótesis nula (Ho):** no existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural (plántula, brinzal y fustal), con relación a las variables altitud, exposición y pendiente a un nivel de significancia del 95%.

### 4.2.2 Resultados de las hipótesis

Con base a los datos obtenidos en campo de las 24 parcelas de muestreo se buscó evidencias si existían alguna correlación de la altitud, pendiente, exposición correlacionado con la abundancia de regeneración natural (plántula, brinzal y fustal) para validar o rechazar las hipótesis, utilizando para ello pruebas estadísticas de Spearman en el software SPSS statistics. En ellas se obtuvieron los coeficientes de correlación y las significancias estadísticas.

#### Regla de decisión:

Tabla No, 15. Niveles de correlación de Spearman

Valor del coeficiente	Significado
0.00 a 0.19	Correlación muy débil
0.20 a 0.39	Correlación débil
0.40 a 0.69	Correlación moderado
0.70 a 0.89	Correlación fuerte
0.90 a 1.00	Correlación muy fuerte

Fuente: Juárez, Villatoro y López 2011

**Tabla.No.16.Resultado de la correlación de Spearman con la variable, Plántula**

<b>Variables</b>	<b>Coeficiente de correlación en plántulas (rs)</b>	<b>Significancia estadística (valor de p)</b>
Altitud	0.30	0.344
Pendiente	0.14	0.344
Exposición	0.40	1.000

Fuente: Elaboración propia, datos correlaciones, septiembre del año 2017

**Tabla.No.17.Resultado de la correlación de Spearman con la variable, brinzal**

<b>Variables</b>	<b>Coeficiente de correlación en brinzal (rs)</b>	<b>Significancia estadística (valor de p)</b>
Altitud	0.44	0.344
Pendiente	0.39	0.344
Exposición	0.40	1.000

Fuente: Elaboración propia, datos de correlaciones, septiembre del año 2017

**Tabla.No.18.Resultado de la correlación de Spearman con la variable, fustal**

<b>Variables</b>	<b>Coeficiente de correlación en fustal (rs)</b>	<b>Significancia estadística (valor de p)</b>
Altitud	0.49	0.344
Pendiente	-0.36	0.344
Exposición	0.40	1.000

Fuente: Elaboración propia, datos de correlaciones, septiembre del año 2017

### 4.2.3 Interpretación de los resultados de la categoría plántula.

Tal como se observa, el valor de la tabla de Spearman es ( $P = 0.334$ ) el resultado es mayor que él ( $r_s = 0.30$ ) de la variable altitud en un nivel de significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula; por ende no existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural ya que tiene una correlación débil.

La segunda variable que corresponde a la pendiente, el valor de la tabla ( $P = 0.334$ ) es mayor que él ( $r_s = 0.14$ ) de la variable pendiente a un nivel de significancia del 0.05 por consiguiente se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula. No existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural por tener una correlación muy débil.

La tercera variable de la prueba de hipótesis se tiene la exposición, con valor ( $P = 1.000$ ) es mayor que ( $r_s = 0.40$ ) de la variable exposición. Se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula. De la misma manera no existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia ya que tiene una correlación moderada.

### 4.2.4 Interpretación de los resultados de la categoría brinzal.

El valor de la tabla de Spearman es ( $P = 0.334$ ), el resultado es menor que él ( $r_s = 0.44$ ) de la variable altitud en un nivel de significancia de 0.05, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, por ende existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural ya que tiene una correlación moderado.

La segunda variable que corresponde a la pendiente, el valor de la tabla ( $P = 0.334$ ) es menor que ( $r_s = 0.39$ ) de la variable pendiente a un nivel de significancia del 0.05, la cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural por tener una correlación débil.

Como tercera variable de la prueba de hipótesis se tiene la exposición, entonces el valor ( $P = 1.000$ ) es mayor que ( $r_s = 0.40$ ) de la variable exposición. Se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula. No existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia ya que tiene una correlación moderada.

#### **4.2.5 Interpretación de los resultados de la categoría fustal**

Tal como se ve, el valor de la tabla de Spearman es ( $P = 0.334$ ), es menor que él ( $r_s = 0.49$ ) de la variable altitud en un nivel de significancia de 0.05, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, por ende si existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural ya que tiene una correlación moderado.

La segunda variable que corresponde a la pendiente, el valor de la tabla ( $P = 0.334$ ) es mayor que él ( $r_s = -0.36$ ) de la variable pendiente a un nivel de significancia del 0.05, la cual se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula. No existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural por tener una correlación de las variables se encuentran inversamente relacionadas, ya que tiene una significancia de correlación muy débil.

La tercera variable de la prueba de hipótesis se tiene la exposición, el valor ( $P = 1.000$ ) es mayor que ( $r_s = 0.40$ ) de la variable exposición. Se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula. No existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural por tener una correlación de las variables se encuentran inversamente relacionadas, ya que tiene una significancia de correlación moderada.

### 4.3 Discusión de resultados

En la actualidad se necesitan metodologías funcionales que estén de acuerdo a las necesidades e intereses de las comunidades e instituciones dedicadas al manejo del recurso bosque, en especial a la regeneración natural de Cakbachuy Momostenango; ya que el manejo de la misma es urgente para que se establezcan logros en el proceso de intervención.

Además, es importante aplicar técnicas y estrategias forestales para conocer y cuantificar el comportamiento de la regeneración natural, porque así existirían otras formas de evaluar el trabajo que realizan los comunitarios y técnicos de la Unidad Gestión Ambiental Municipal (UGAM), sobre todo habría más participación y los recursos forestales serían utilizados en forma racional para mejorar la masa arbórea en sus diferentes pisos de desarrollo, por consiguiente, se mejorarían también las habilidades y creatividad de los comunitarios que viven del bosque; participando en diferentes proyectos teniendo como eje transversal el manejo forestal. Donde autoridades comunitarias de los cuatro Barrios, comunitarios aledaños de Cakbachuy y personeros de la UGAM cumplan con su rol para hacer del manejo de la regeneración natural del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), algo distinto en las áreas boscosas, en donde los mismos específicamente se sientan contentos y en confianza para realizar su trabajo forestal.

De la misma manera, específicamente se discuten los resultados de la investigación con respecto al tema titulado "comportamiento de la regeneración natural del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), en el bosque comunal Cakbachuy situado en el Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango, Totonicapán". Por otro lado, es de suma importancia el manejo y protección de la regeneración natural de Guatemala, en especial de la especie en estudio, que en muchos casos se desconoce de su desarrollo, asimismo, el municipio de Momostenango cuenta con un bosque comunal de coníferas, la cual es de vital importancia para el municipio y comunidades que habitan en las cercanías.

El total de parcelas levantadas fueron de 24, distribuidas de forma sistemática, en un área total de 100 hectáreas, además, las parcelas realizadas para la categoría fustal poseen un área de 500 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) cada una, de forma rectangular, dentro de estas se realizaron sub parcelas. Para la categoría latizal el



tamaño de las parcelas fue de 100 m<sup>2</sup> de forma cuadrada, y para la categoría brinzal y plántula el área fue de 25 m<sup>2</sup> de forma cuadrada. Distribuidas por el muestreo sistemático a una distancia de 150 metros entre las parcelas, para obtener variabilidad y confiabilidad en los resultados

Seguidamente se realizó el análisis estadístico de la regeneración natural en donde se determinó por categorías; el primer procedimiento que se realizó fue el análisis de fustal y latizal y se procedió a calcular variables estadísticas en el brinzal y plántulas, esto con el propósito de obtener datos confiables, tal como lo recomiendan (Tello, Finegan y Rojas 2000, p. 96).

Además, se obtuvo un error de muestreo de 14.73 % para la categoría de latizal y fustal, lo cual indica una confiabilidad en los datos del estado de desarrollo actual de la regeneración natural, para ello no fue necesario realizar el levantado de más unidades muestrales ya que con este error se determinó que con 15 % de error de muestreo, de los cuales se levantaron un total de 24 parcelas distribuidas sistemáticamente en el área de estudio.

Por consiguiente, el resultado del análisis estadístico que se obtuvo fue de 16.80 %, de la categoría brinzal y plántula este error es adecuado, para este tipo de categoría, debido que el bosque es heterogéneo principalmente en su pendiente, la misma tiene una pronunciación del 63% y una mínima del 26%, esto influye en la toma de datos de las parcelas levantadas por lo cual se refleja en el error de muestreo respectivamente, tal como lo sustenta (Márquez, 1997, p. 89).

Las cantidades de individuos por exposición del bosque comunal de Cakbachuy, municipio de Momostenango, Totonicapán; son las siguientes, en promedio la categoría plántulas posee la cantidad de 1,300 individuos/hectárea, en el brinzal se estableció 367 individuos/hectárea, mientras que en el desarrollo de latizal no se encontró ningún individuo, esto se debe puntualmente a que los pobladores son los que talan ilegalmente esta categoría; esto se sustenta con la información que fue obtenida por las dieciséis personas que conforman las autoridades de la comunidad; (ver boleta en el anexo No. 3) asimismo, la utilizan como fuente de energía para la cocción de sus alimentos, como también para usos domésticos. Este resultado se obtuvo con la técnica, entrevista no estructurada, que se realizó a las autoridades comunales de Cakbachuy, por ende esto repercute

directamente en la transformación sin manejo del bosque principalmente en la regeneración natural. La categoría fustal posee 363 individuos/hectárea; esto indica que la regeneración natural sufre un desequilibrio en su desarrollo, afectando directamente la regeneración natural, por lo cual se considera urgente aplicar guías prácticas de podas y raleos para el buen manejo forestal, esto vendrá a estabilizar y reducir los desequilibrios en la regeneración natural.

En la figura No. 2, se detalla el comportamiento de la regeneración natural en las categorías plántula, brinzal, latizal y fustal. Donde se observa que la exposición Noreste está conformado por 1,400 plántulas/hectárea, 600 brinzales/hectárea, 0 latizales/hectárea y 347 fustales/hectárea. En el caso de exposición Noreste posee 1,200 plántulas/hectárea, 200 brinzales/hectárea, 0 latizales/hectárea y 333 fustales/hectárea. La exposición Sureste posee 1,333 plántulas/hectárea, 133 brinzales/hectárea, 0 latizales/hectárea, 440 fustales/hectárea; para concluir la exposición Suroeste cuenta con 1,267 plántulas/hectárea, 533 brinzales/hectárea, 0 latizales/hectárea y 330 fustales/hectárea. Se puede decir, que con base a estos datos se determinó que las 4 exposiciones tienen características similares, en cuanto a abundancia de regeneración natural específicamente en las categorías plántula, latizal y fustal. Seguidamente, los datos obtenidos de cada uno de las exposiciones se promedió, lo cual se detalla a continuación: categoría fustal cuenta con 363 individuos/hectárea, latizal 0 individuos/hectárea, categoría brinzal 367 individuos/hectárea y plántula 1,300 plántulas/hectárea.

Asimismo, el Instituto Nacional de Bosques –INAB- y el Programa Regional Forestal para Centroamérica -PROCAFOR-, establecen que la regeneración natural para las coníferas es adecuada cuando posee una cantidad de  $\geq 900$  plántulas/hectárea; por tal razón se determina que la regeneración natural cuenta con las cantidades óptimas en relación con las cantidades descrito anteriormente.

De la misma manera, por clase diamétrica muestra el estado de desarrollo de la regeneración natural, los rangos fueron de 10 cm en 10 cm. Además, se determinó el estado del bosque, los resultados son los siguientes: bosque joven para los Diámetros a la Altura de Pecho (DAP) de 10 cm a 29.9 cm, para el bosque maduro con DAP de 30 cm a 49.9 cm y bosque maduro con diámetros (DAP) de

50cm en adelante. Los resultados son los siguientes: clase diamétrica con rangos de 10 cm a 19.9 cm de DAP, se obtuvo una frecuencia de 194 individuos/hectárea, rango de 20 cm a 29.9 cm de DAP, además se obtuvo el número de frecuencia que fue de 114 individuos /hectárea. El rango 30 cm a 39.9 cm con frecuencia 32 individuos/hectárea y rango de 40 cm a 49.9 cm de DAP) frecuencia encontrada 12 individuos/hectárea.

Se concluye que el bosque es joven ya que la mayor frecuencia se concentra en la clase diamétrica de 10 cm a 19.9 cm de DAP, esto muestra que la regeneración natural posee una alta capacidad de recuperación ante los disturbios antropogénicos, plagas y enfermedades, de la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede).

Por consiguiente, para determinar la calidad de regeneración se trabajó exclusivamente con la categoría fustal. La calidad de regeneración en la categoría fustal del bosque estudiado muestra un porcentaje del 51% de regeneración natural de calidad bueno, identificándose las siguientes características; tiene abundancia de follaje de color verde intenso y fuste (tallo) recto, sin ningún daño de plagas o enfermedades. Como también un porcentaje de 44% regular de regeneración natural, con hojas de color verde pálido y fuste inclinado, no se detectó presencia de ninguna plaga o enfermedad.

La calidad de regeneración mala está representada por un 5% ya que tiene poco follaje, color predominantemente verde amarillo de las hojas, fuste irregular y apariencia débil. Cabe resaltar que no se encontró daños causados por plagas y enfermedades por lo que se considera de suma importancia aplicar guías prácticas de podas y raleos para el buen manejo de la regeneración natural de coníferas.

Por otro lado, es de vital importancia identificar la calidad de regeneración natural con base a los datos obtenidos se determinó que el bosque cuenta con las condiciones adecuadas para su desarrollo, por ende es un buen indicador del potencial del bosque comunal de Cakbachuy. Por tal motivo esto beneficiará a la conservación y protección de la regeneración natural de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), del municipio de Momostenango.

#### 4.4 Conclusiones

Con base al proceso realizado de investigación y a la aplicación de los instrumentos se determinó el comportamiento de la regeneración natural de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), en el bosque comunal de Cakbachuy, municipio de Momostenango, departamento de Totonicapán, durante la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- La cantidad adecuada de parcelas para esta investigación fue de 24 muestras distribuidas sistemáticamente. Con un área de 500 metros cuadrados y forma rectangular para la categoría fustal, categoría latizal su área fue 100 metros cuadrados de forma cuadrada y las categorías brinzal, plántula el tamaño de las parcelas fue de 25 metros cuadrados y de forma cuadrada.
- La clase de diamétrica de regeneración natural de la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), se encontró en el rango de 10 cm a 19.9 cm de DAP, con una frecuencia de 194 individuos/ha y una frecuencia de 12 individuos/ha de la clase diamétrica de 40 cm a 49.9cm de diametro (DAP), por lo consiguiente se determina que el bosque es joven ya que el mayor número de individuos se concentran con diámetros de 10 cm a 19.9 cm, por lo tanto se concluye indicando que la tendencia de la regeneración natural es invertida ya que a medida que pasan los años la cantidad de individuos se va reduciendo por motivos antropogénicos.
- Se concluye el promedio de las cuatro exposiciones, noreste, noroeste, sureste y suroeste los resultados son los siguientes 1,300 plántulas/ha, 367 brinzal/ha, 0 latizal/ha y 363 fustal/ha. Se concluye que el bosque comunal tiene un desequilibrio en la categoría latizal ya que no se encontró ningún individuo esto se debe a la tala ilegal causado por los pobladores que viven alrededor del bosque. Esto se determinó por el método entrevista no estructurada. Los datos corresponden a la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), ubicado en el bosque comunal del municipio de Momostenango, Totonicapán.

- Se logró identificar la calidad de regeneración natural del bosque comunal de la categoría fustal, conclusión el bosque muestra un porcentaje del 51% de regeneración natural de calidad bueno, aspecto del árbol vigoroso ya que tiene abundancia de follaje de color verde intenso y fuste recto sin ningún daño causado por plagas o enfermedades. Seguidamente con un porcentaje del 44% en la calidad regular de la regeneración natural posee hojas de color verde pálido y fuste inclinado, no se detectó presencia de ninguna plaga o enfermedad. La calidad de regeneración malo esta representa un 5% ya que tiene Poco follaje; color predominantemente verde amarillo de las hojas, fuste irregular y apariencia débil.
- En la investigación realizada sobre el comportamiento de la regeneración natural se concluye que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, ya que se establece que no existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de regeneración natural, por otro lado, las correlaciones de altitud, exposición y pendiente no influye directamente en cuanto a la abundancia, ya que tiene una significancia de correlación para el caso de plántulas débil, brinzal débil y para el caso de fustal moderado.

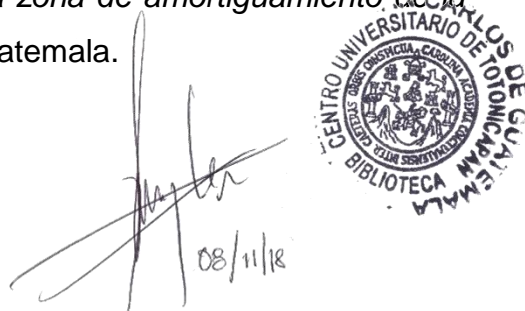
## 4.5 Recomendaciones

Después de haber investigado y analizado los datos del tema es importante formular las siguientes recomendaciones para que puedan ser aplicadas con el fin de contribuir en la regeneración natural.

- Se recomienda a la oficina, Unidad de Gestión Ambiental Municipal y las autoridades comunales hacer uso de la Guía silvícola forestal de manejo de aclareos y podas para regeneración natural, realizado por el tesista de la carrera de ingeniería forestal del centro universitario de Totonicapán. .
- Las autoridades comunales del municipio de Momostenango deben restaurar las áreas en donde no exista regeneración natural, reforestando con especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede).
- Es recomendable realizar investigaciones sobre: dispersión de semilla de la especie de pino colorado, calidad de sitio en bosque de coníferas, que podrían explicar sobre el comportamiento de regeneración natural de la especie del (***Pinus oocarpa*** Schiede).
- La oficina, Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) debe brindar soporte técnico y monitoreo. Aplicando técnicas silvícolas de aclareo y podas para la protección, conservación y manejo de la regeneración natural del bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango.

## Referencias bibliográficas.

- Agudelo. C. (1988). *Plan de manejo para el bosque de Uyuca, primero cinco años, Turrialba, C.R., CATIE.* (Tesis Mag Sc). Escuela Agrícola Panamericana, Costa Rica.
- Arshad, MA, B Lowery, B. Grossman. (1996). *Physical test for monitoring soil quality.* In: J.W. Doran and A.J. Jones (eds.) *Methods for assessing soil quality.* SSSA Spec. Publ. 49. Soil (Science Society of America), Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Begon, MH. (2005). *metodología de análisis de datos en ecología, practica de ecología,* (Ciencias ambientales Biología), Universidad de Alcalá, España.
- Benítez, H. (2002), *Regeneración natural de Pinus Caribea var.* (Doctorado en ciencias forestales), Universidad de Pinar del Rio Cuba.
- Bolaños. G Juan, A. (2010). *Evaluación del estado actual del bosque del Cerro Siete Orejas del municipio de Quetzaltenango,* (Tesis de Maestría, Facultad de Agronomía), Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Constitución Política de la República de Guatemala. Asamblea Nacional Constituyente, (1986).
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR. 1997. *Manejo de semillas forestales de (Pinus oocarpa, Schiede).* Nota técnica. San José, CR.
- Carrera F, (1996), *guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la reserva de la biosfera maya, Petén,* Guatemala, Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, (1996), *Evaluación de la calidad de sitio para el (Pinus oocarpa) en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera cierra de las minas.* Guatemala.



Cruz, F. (2013). *Distribución espacial de la regeneración natural de especies arbóreas dentro del gradiente altitudinal*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.

Centro de Investigaciones de Quintana Roo, (1995). *Regeneración natural de especies arbóreas en la selva perturbada por extracción forestal*. (Centro de Botánica), México.

Daniel, TW Ja Helms & FS Backer. (1982). *Principios de silvicultura*. Ed. McGrawHill. México.

Daubenmire, RF. (1990). *Ecología vegetal*. Limusa, México.

Dauber, Erhard. (1995). *Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento*. Santa Cruz, Bolivia.

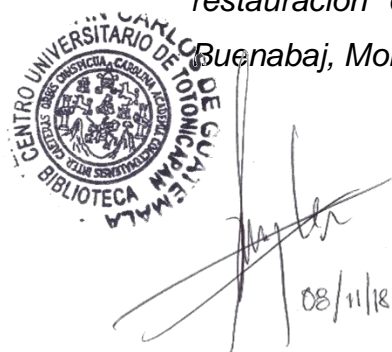
Denevan, W. (1961). *Study in cultural plant geography*. The upland pine forests of California University. Nicaragua.

Dick, R. p., D.R. Thomas, and J.J. Halvorson. (1996). *Standardizen methods, sampling, and sample pretreatment*. Inc: J.W. Doran and A.J. Jones (eds.) Methods for assessing soil quality. SSSA Spec. Publ. 49. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Estrada Márquez. (1999). *Evaluación de la regeneración natural en bosques de pino de la Ucodefo*. (Tesis de Maestría, Facultado de Ciencias Forestales), Universidad Autónoma de Nuevo León, Durango, México.

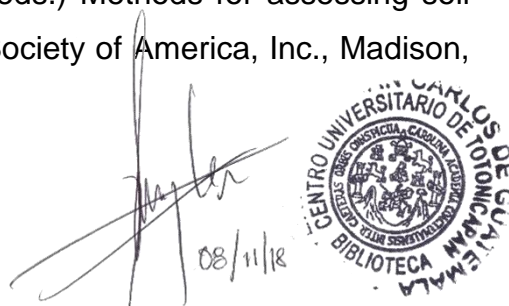
Ferreira, R. Oscar. (1990). *Manual de inventarios forestales*, ESNACIFOR/ COHDEFOR. Honduras.

González C. (2005). *Estudio del comportamiento de la regeneración natural de pinabete (Abies guatemalensis Rehder) y propuesta silvicultural para la restauración de su ecosistema, en el bosque comunal de san Vicente Buenabaj, Momostenango*. Totonicapán.





- Gonzales, E. (1996). *Evaluación de la salud en dos áreas de regeneración natural*. (División ciencias forestales) Universidad Autónoma Chapingo Estado de México.
- Helms, D. (1982). *Establecimiento y desarrollo de la regeneración natural*. (Escuela técnica superior de Ingeniería de montes), Madrid, España.
- Instituto Nacional de Bosques, (2003). *Consideraciones Técnicas y Propuesta de Normas de Manejo Forestal para la Conservación de Suelo y Agua*. Instituto Nacional de Bosques. Editado en Guatemala.
- Instituto Nacional Forestal. (2006). *Establecimiento y manejo de regeneración natural de pinos y/o plantaciones (enriquecimiento)*. Departamento de promoción, forestal. ([www.inafor.gob.ni/.../GUIA%20TECNICA%20DE%20APOYO%20AL%20PRODUC](http://www.inafor.gob.ni/.../GUIA%20TECNICA%20DE%20APOYO%20AL%20PRODUC)). Nicaragua.
- Ley Forestal, (1996). Congreso de la República de Guatemala, Decreto Legislativo Número 101-96.
- Lamprecht, H.(1990). *Silvicultura en los trópicos*, Trad. Del Alemán por Antonio Carrillo. Alemania, GTZ.
- Luters, A, Salazar, JC. Julio (2000). *Área de Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras*. Instituto de Suelos CRN – CNIA – INTA. Argentina.
- Márquez, L. (1997). *Validación de Campo de los Métodos para el Establecimiento de Parcelas Permanentes de Muestreo en Sistemas Agroforestales*. Instituto Winrock. Costa Rica.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (2000). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*. Francia.
- Parkin, T.B. and J.W. Doran. (1996). *Field and laboratory tests of soil respiration*. P.231-246. In: J.W. Doran and A.J. Jones (eds.) *Methods for assessing soil quality*. SSSA Spec. Publ. 49. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA.



- Pinelo, G. (2004). *Manual de Inventario Forestal Integrado para unidades de conservación. Reserva de la biósfera maya, Petén Guatemala.* (www.google.com.gt/search?=pinelo+g.2004+manual+de+inventario+forestal). Petén, Guatemala.
- Pritchett, (1986). *Factores que controlan el establecimiento de la regeneración Natural*, 2 de abril de 2007.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F. y Real, P. (1997). *Mensura Forestal Deut Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ)*, Instituto americano Cooperación para la Agricultura (IICA). Serie Investigación y Educación Desarrollo Sostenible. San José, Costa Rica.
- Rodríguez-García., Bravo, F. (2014). *Evaluación de la regeneración natural de Pinus pinaster en masas de centro de España.* Cuaderno de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. Española.
- Sáenz G. Finegan B, (2000). *Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal.* CATIE, Turrialba. C.R.
- Sarantonio, M., J.W. Doran, M.A. Liebig, and J.J. Halvorson.(1996). On-farm assessment of soil quality and health. In: J.W. Doran and A.J. Jones (eds.) Methods for assessing soil quality. SSSA Spec. Publi. 49. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Spurr, S; Barnes, B.(1982). *Ecología Forestal. Trad. Carlos Luis Raigorodsky Z.* México, A.G.T. Editores S.A.
- Standley, D, C.; Steyermark, J. (1958). *Flora of Guatemala.* Chicago, Natural History Museum.v. 24 (parte, 1).
- Smith, J.L. and J.W. Doran. (1996). *Measurement and use of pH and electrical conductivity.* In: J.W.Doran and A.J. Jones (eds.) Methods for assessing soil quality. SSSA Spec. Publi. 49. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA.



- Tello, E. C. (1995). *Caracterización Ecológica por el Método de Sextantes, en el CIEFOR – Puerto Almendra*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería Forestal. Iquitos – Perú.
- Tello y Rojas, Arévalo, (2006). *Stock y Abundancia de la Regeneración Natural de especies forestales en el bosque Varillal del CIEFOR una terraza media*. Iquitos - Perú.
- Torres, A. (1979). *Ensayos de especies latifoliadas en la unidad uno de la reserve Forestal de Caparo*. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Universidad de San Carlos de Guatemala, dirección general de investigación, (2010) *Evaluación de la regeneración natural de tres especies coníferas en áreas de distribución natural en altiplano*. Guatemala.
- Veblen, T (1977). *Guatemala is one of the few tropical Highland regions in wich conifers are well representd*. Unasylva (Italia).

  
08/11/18



## Glosario

**Abióticos:** no forma parte o no es producto de los seres vivos, como los factores inertes, climático, geológico o geográfico, presentes en el medio ambiente.

**Área:** es la medida de la superficie que encierra, para medir el área se utiliza unidades  $m^2$  o  $km^2$ , el área se expresa por el número de cuadrados unidad que ocupa el terreno.

**Antropogénicas:** son los efectos, resultados o procesos que son consecuencia de acciones humanas.

**Biológicas:** La biológica es aquella que se dedican a estudiar la vida y sus procesos.

**Bióticos:** es el medio en donde existe vida y, por ende organismos vivos o relacionado con ellos.

**Bosque:** Un bosque es una asociación muy variada de formas de vida, denominada como “una comunidad biológica en la que predominan las plantas lignificadas, o leñosas” no importando su origen natural o artificial; y son productores de madera, leña, productos extractivos y derivados. Tienen influencia sobre el clima, fomentan el régimen hidrológico y provee protección y sustento a la vida silvestre.

**Brújula:** Instrumento para orientarse que consiste en una caja cuyo fondo representa la rosa de los vientos y en la cual hay una aguja imantada que gira libremente sobre un eje y que señala siempre el norte magnético; para determinar cualquier dirección del horizonte se debe hacer coincidir la aguja con la línea que marca el Norte en la rosa.

**Clinómetro:** es un aparato de metal que se utiliza para medir el ángulo desde la vertical (medida en grados) de ciertos elementos (torres, postes, árboles, estratos, etc.).

**Conífera:** Árbol que pertenece al orden de las Coniferales, habitualmente perenne, con conos y hojas en forma de aguja, punzón o en escamas, como el pino, la picea, el abeto y el alerce, denominados a menudo “árboles resinosos”.

**Degradación ambiental:** Evolución de un recurso en un sentido desfavorable, generalmente por ruptura del equilibrio de la naturaleza debido a un uso inadecuado.

**Erosión:** acción de los agentes atmosféricos naturales sobre cualquier cuerpo expuesto a ellos.

**Estrato:** Es una forma de representación estadística que muestra cómo se comporta una característica o variable en una población a través de hacer evidente el cambio de dicha variable en sub-poblaciones o estratos en los que se ha dividido.

**Especie:** Unidad sistemática usada en biología, que se refiere a un grupo de individuos que poseen características comunes y pueden reproducirse entre sí. La especie está compuesta de poblaciones.

**Ecología:** La ecología es “la ciencia que estudia las interacciones de los organismos en y hacia su medio ambiente”. Es el estudio de las relaciones recíprocas entre los organismos y su medio ambiente, el cual es el complejo de los factores que ejercen influencia. La ecología no es una ciencia restringida a un campo definido, sino que se extiende a través de todas las ciencias, enfocándolas hacia un entendimiento de las relaciones entre los organismos y el ambiente para llegar a conocer las leyes de la naturaleza.

**Fauna:** Conjunto de especies animales terrestres, aéreas y acuáticas que habitan en determinados ambientes y territorios. Su masa total y la densidad absoluta y relativa dependen tanto de factores abióticos y bióticos.

**Flora:** Conjunto de las especies vegetales no cultivadas que viven en un lugar determinado. Incluye árboles, arbustos, hierbas, pastos y otras especies vegetales.

**Follaje:** Conjunto de hojas y ramas de árboles y plantas.

**Fuste:** tronco de un árbol que alcanza un grosor notable de manera que de él puede obtenerse trozas, rollos para chapa o poste de gran tamaño.

**Marco legal:** La norma jurídica positiva; la ley, el precepto vigente en cuanto dispone en sentido de potestad, liberación o deber; y en cuanto regula, interpreta o cumple la voluntad particular.

**Manejo forestal:** Se entiende por manejo de un bosque como la administración económicamente rentable y técnicamente correcta para la producción de bienes y/o servicios deseados en el tiempo y el espacio.

**Naturaleza:** Es el hábitat donde confluyen la vida animal, vegetal y mineral.

**Plaga:** colonia de organismos animales o vegetales que ataca y destruye los cultivos y las plantas.

**Plantas:** Plantas vivas y partes de ellas, incluidas las semillas y el germoplasma.

**Recurso hídrico:** son cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por lagos, los arroyos. Estos recursos deben preservarse y utilizar de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida.

**Recursos naturales:** Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico.

**Reforestación:** Reposición de vegetación arbórea que existió en un área determinada. Se denomina así a la recuperación de áreas verdes, a través de la plantación de árboles, arbustos u otras plantas.

**Semillas:** Clase de producto básico correspondiente a las semillas para plantar o destinadas a ser plantadas y no al consumo o elaboración.

**Tala:** es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye la superficie forestal.

**Volumen:** cantidad estimada o medida de madera de una troza o árbol, que se expresa generalmente en m<sup>3</sup>.

## **Siglas**

**CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

**cm:** es una unidad de longitud. Es el segundo submúltiplo del metro y equivale a la centésima parte de él.

**DAP:** Diámetro a la Altura del Pecho.

**GPS:** Sistema americano de navegación y localización mediante satélites.

**GTM:** Geografic transformer mercator.

**Ha:** La hipótesis alternativa se refiere un problema con base científica.

**ha:** hectárea.

**Ho:** La hipótesis nula consiste en una afirmación acerca de la población de origen de la muestra.

**INAB:** Instituto Nacional de Bosques.

**msnm:** metros sobre el nivel del mar.

**m:** metros.

**MAGA:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

**UGAM:** Unidad de Gestión Ambiental Municipal.

## Anexo

**Anexo 1. Tabla No.19. Presupuesto para el desarrollo de la propuesta de la guía técnica**

<b>Recursos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Q. Valor en quetzales/ unidad</b>	<b>Q. Valor en quetzales</b>
Computadora	Unidad	1	4,000.00	.4,000.00
Impresora	Unidad	1	3,700.00	3,700.00
USB	Unidad	1	85.00	85.00
Cámara	Unidad	1	1,800.00	1,800.00
Internet	Mensual	30	.200.00	200.00
Hojas	Resmas	5	15.00	75.00
Copias	Unidad	200	00.20	40.00
Lapiceros	Unidad	5	2.00	10.00
Equipo de trabajo de campo	Semana	4 trabajadores	96.00	1920.00
Alimentación	Día	3 veces por semana (4 meses )	20.00	720.00
Transporte	Día	3 veces por semana (4 meses)	16.00	576.00
			<b>Subtotal</b> 9,934.20	<b>Total</b> 13,126.00

Fuente: elaboración propia registro de listado del presupuesto, septiembre del año 2017.





### Anexo 3: Preguntas de la entrevista no estructurada



**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Centro Universitario de Totonicapán**

**USAC- CUNTOTO**

**Ingeniería forestal**

#### Preguntas abiertas

- ¿Por qué no existen individuos de regeneración natural en la categoría latizal del bosque comunal ustedes saben algo al respecto? -----  
-----  
-----
- ¿Qué hacen al respecto como autoridades comunales, para erradicar la tala ilegal en el bosque? -----  
-----  
-----
- ¿Tienen algún conocimiento como autoridades comunales de manejo de regeneración natural?-----  
-----  
-----
- ¿Qué estrategia utilizan como técnicos de la oficina, Unidad de Gestión Ambiental Municipal para el cuidado y protección de la regeneración natural?-----  
-----  
-----

## Anexo 4: Base de datos de las parcelas

Tabla No. 22. Datos levantadas en las parcelas de 500 m<sup>2</sup>

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
1	1	<i>Pinus oocarpa</i>	23	15	Bueno	2163	55	Noroeste
1	2	<i>Pinus oocarpa</i>	25	11	Bueno	2163	55	Noroeste
1	3	<i>Pinus oocarpa</i>	25	12	Bueno	2163	55	Noroeste
1	4	<i>Pinus oocarpa</i>	16	9	Bueno	2163	55	Noroeste
1	5	<i>Pinus oocarpa</i>	18	10	Bueno	2163	55	Noroeste
1	6	<i>Pinus oocarpa</i>	25	15	Bueno	2163	55	Noroeste
1	7	<i>Pinus oocarpa</i>	25	13	Bueno	2163	55	Noroeste
1	8	<i>Pinus oocarpa</i>	17	8	Bueno	2163	55	Noroeste
1	9	<i>Pinus oocarpa</i>	12	6	Bueno	2163	55	Noroeste
1	10	<i>Pinus oocarpa</i>	57	22	Bueno	2163	55	Noroeste
1	11	<i>Pinus oocarpa</i>	48	22	Bueno	2163	55	Noroeste
1	12	<i>Pinus oocarpa</i>	65	26	Bueno	2163	55	Noroeste
2	13	<i>Pinus oocarpa</i>	17	7	Bueno	2199	61	Noroeste
2	14	<i>Pinus oocarpa</i>	28	10	Bueno	2199	61	Noroeste
2	15	<i>Pinus oocarpa</i>	14	6	Bueno	2199	61	Noroeste
2	16	<i>Pinus oocarpa</i>	18	8	Bueno	2199	61	Noroeste
2	17	<i>Pinus oocarpa</i>	20	12	Bueno	2199	61	Noroeste
2	18	<i>Pinus oocarpa</i>	20	10	Bueno	2199	61	Noroeste
2	19	<i>Pinus oocarpa</i>	33	15	Bueno	2199	61	Noroeste
2	20	<i>Pinus oocarpa</i>	14	7	Bueno	2199	61	Noroeste
2	21	<i>Pinus oocarpa</i>	29	18	Bueno	2199	61	Noroeste
2	22	<i>Pinus oocarpa</i>	12	12	Bueno	2199	61	Noroeste
2	23	<i>Pinus oocarpa</i>	32	20	Regular	2199	61	Noroeste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
2	24	<i>Pinus oocarpa</i>	23	19	Regular	2199	61	Noroeste
2	25	<i>Pinus oocarpa</i>	20	12	Regular	2199	61	Noroeste
2	26	<i>Pinus oocarpa</i>	51	25	Bueno	2199	61	Noroeste
2	27	<i>Pinus oocarpa</i>	21	10	Regular	2199	61	Noroeste
2	28	<i>Pinus oocarpa</i>	14	6	Regular	2199	61	Noroeste
2	29	<i>Pinus oocarpa</i>	12	7	Regular	2199	61	Noroeste
2	30	<i>Pinus oocarpa</i>	14	8	Regular	2199	61	Noroeste
2	31	<i>Pinus oocarpa</i>	30	18	Bueno	2199	61	Noroeste
2	32	<i>Pinus oocarpa</i>	22	14	Bueno	2199	61	Noroeste
2	33	<i>Pinus oocarpa</i>	13	8	Bueno	2199	61	Noroeste
2	34	<i>Pinus oocarpa</i>	13	9	Regular	2199	61	Noroeste
2	35	<i>Pinus oocarpa</i>	23	12	Regular	2199	61	Noroeste
2	36	<i>Pinus oocarpa</i>	26	13	Regular	2199	61	Noroeste
2	37	<i>Pinus oocarpa</i>	21	11	Regular	2199	61	Noroeste
2	38	<i>Pinus oocarpa</i>	14	6	Regular	2199	61	Noroeste
3	39	<i>Pinus oocarpa</i>	13	9	Bueno	2185	64	Noroeste
3	40	<i>Pinus oocarpa</i>	29	18	Bueno	2185	64	Noroeste
3	41	<i>Pinus oocarpa</i>	23	19	Bueno	2185	64	Noroeste
3	42	<i>Pinus oocarpa</i>	20	12	Bueno	2185	64	Noroeste
3	43	<i>Pinus oocarpa</i>	18	9	Regular	2185	64	Noroeste
3	44	<i>Pinus oocarpa</i>	14	8	Bueno	2185	64	Noroeste
3	45	<i>Pinus oocarpa</i>	26	23	Bueno	2185	64	Noroeste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
3	46	<i>Pinus oocarpa</i>	12	7	Regular	2185	64	Noroeste
3	47	<i>Pinus oocarpa</i>	17	8	Regular	2185	64	Noroeste
3	48	<i>Pinus oocarpa</i>	30	18	Regular	2185	64	Noroeste
3	49	<i>Pinus oocarpa</i>	23	15	Bueno	2185	64	Noroeste
3	50	<i>Pinus oocarpa</i>	56	23	Bueno	2185	64	Noroeste
3	51	<i>Pinus oocarpa</i>	11	7	Bueno	2185	64	Noroeste
3	52	<i>Pinus oocarpa</i>	25	12	Bueno	2185	64	Noroeste
3	53	<i>Pinus oocarpa</i>	19	10	Bueno	2185	64	Noroeste
3	54	<i>Pinus oocarpa</i>	16	9	Bueno	2185	64	Noroeste
3	55	<i>Pinus oocarpa</i>	14	6	Bueno	2185	64	Noroeste
3	56	<i>Pinus oocarpa</i>	21	11	Bueno	2185	64	Noroeste
4	57	<i>Pinus oocarpa</i>	40	26	Bueno	2118	66	Noroeste
4	58	<i>Pinus oocarpa</i>	25	18	Regular	2118	66	Noroeste
4	59	<i>Pinus oocarpa</i>	52	28	Regular	2118	66	Noroeste
4	60	<i>Pinus oocarpa</i>	35	23	Regular	2118	66	Noroeste
4	61	<i>Pinus oocarpa</i>	21	8	Regular	2118	66	Noroeste
4	62	<i>Pinus oocarpa</i>	40	22	Regular	2118	66	Noroeste
4	63	<i>Pinus oocarpa</i>	24	9	Regular	2118	66	Noroeste
4	64	<i>Pinus oocarpa</i>	27	10	Regular	2118	66	Noroeste
4	65	<i>Pinus oocarpa</i>	38	10	Regular	2118	66	Noroeste
4	66	<i>Pinus oocarpa</i>	26	12	Bueno	2118	66	Noroeste
4	67	<i>Pinus oocarpa</i>	47	19	Bueno	2118	66	Noroeste
5	68	<i>Pinus oocarpa</i>	17	10	Regular	2130	64	Noroeste
5	69	<i>Pinus oocarpa</i>	19	12	Bueno	2130	64	Noroeste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
5	71	<i>Pinus oocarpa</i>	27	21	Bueno	2130	64	Noroeste
5	72	<i>Pinus oocarpa</i>	10	7	Regular	2130	64	Noroeste
5	73	<i>Pinus oocarpa</i>	10	6	Regular	2130	64	Noroeste
5	74	<i>Pinus oocarpa</i>	11	7	Regular	2130	64	Noroeste
5	75	<i>Pinus oocarpa</i>	21	13	Regular	2130	64	Noroeste
5	76	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Regular	2130	64	Noroeste
5	77	<i>Pinus oocarpa</i>	17	8	Regular	2130	64	Noroeste
5	78	<i>Pinus oocarpa</i>	14	7	Regular	2130	64	Noroeste
5	79	<i>Pinus oocarpa</i>	12	7	Regular	2130	64	Noroeste
5	80	<i>Pinus oocarpa</i>	11	8	Regular	2130	64	Noroeste
5	81	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Malo	2130	64	Noroeste
5	82	<i>Pinus oocarpa</i>	17	9	Regular	2130	64	Noroeste
5	83	<i>Pinus oocarpa</i>	13	10	Regular	2130	64	Noroeste
5	84	<i>Pinus oocarpa</i>	12	7	Regular	2130	64	Noroeste
5	85	<i>Pinus oocarpa</i>	12	10	Regular	2130	64	Noroeste
5	86	<i>Pinus oocarpa</i>	12	6	Bueno	2130	64	Noroeste
5	87	<i>Pinus oocarpa</i>	25	15	Bueno	2130	64	Noroeste
5	88	<i>Pinus oocarpa</i>	17	16	Bueno	2130	64	Noroeste
5	89	<i>Pinus oocarpa</i>	10	6	Bueno	2130	64	Noroeste
5	90	<i>Pinus oocarpa</i>	32	22	Regular	2130	64	Noroeste
6	91	<i>Pinus oocarpa</i>	41	28	Regular	2084	60	Noroeste
6	92	<i>Pinus oocarpa</i>	42	29	Regular	2084	60	Noroeste
6	93	<i>Pinus oocarpa</i>	42	28	Bueno	2084	60	Noroeste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
6	94	<i>Pinus oocarpa</i>	49	32	Bueno	2084	60	Noroeste
6	95	<i>Pinus oocarpa</i>	17	28	Bueno	2084	60	Noroeste
6	96	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Regular	2084	60	Noroeste
6	97	<i>Pinus oocarpa</i>	14	7	Regular	2084	60	Noroeste
6	98	<i>Pinus oocarpa</i>	17	10	Regular	2084	60	Noroeste
6	99	<i>Pinus oocarpa</i>	10	7	Regular	2084	60	Noroeste
6	100	<i>Pinus oocarpa</i>	12	11	Regular	2084	60	Noroeste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
7	101	<i>Pinus oocarpa</i>	35	12	Bueno	2176	57	Suroeste
7	102	<i>Pinus oocarpa</i>	14	9	Regular	2176	57	Suroeste
7	103	<i>Pinus oocarpa</i>	15	9	Bueno	2176	57	Suroeste
7	104	<i>Pinus oocarpa</i>	12	8	Regular	2176	57	Suroeste
7	105	<i>Pinus oocarpa</i>	16	11	Bueno	2176	57	Suroeste
7	106	<i>Pinus oocarpa</i>	32	13	Bueno	2176	57	Suroeste
7	107	<i>Pinus oocarpa</i>	18	12	Bueno	2176	57	Suroeste
7	108	<i>Pinus oocarpa</i>	17	10	Regular	2176	57	Suroeste
7	109	<i>Pinus oocarpa</i>	32	14	Bueno	2176	57	Suroeste
7	110	<i>Pinus oocarpa</i>	13	7	Regular	2176	57	Suroeste
7	111	<i>Pinus oocarpa</i>	35	14	Bueno	2176	57	Suroeste
7	112	<i>Pinus oocarpa</i>	13	9	Regular	2176	57	Suroeste
7	113	<i>Pinus oocarpa</i>	15	9	Bueno	2176	57	Suroeste
7	114	<i>Pinus oocarpa</i>	18	9	Bueno	2176	57	Suroeste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
7	115	<i>Pinus oocarpa</i>	30	11	Malo	2176	57	Suroeste
7	116	<i>Pinus oocarpa</i>	13	8	Regular	2176	57	Suroeste
7	117	<i>Pinus oocarpa</i>	16	9	Regular	2176	57	Suroeste
8	118	<i>Pinus oocarpa</i>	22	9	Bueno	2154	63	Suroeste
8	119	<i>Pinus oocarpa</i>	19	11	Bueno	2154	63	Suroeste
8	120	<i>Pinus oocarpa</i>	48	19	Bueno	2154	63	Suroeste
8	121	<i>Pinus oocarpa</i>	19	10	Regular	2154	63	Suroeste
8	122	<i>Pinus oocarpa</i>	12	7	Bueno	2154	63	Suroeste
8	123	<i>Pinus oocarpa</i>	10	7	Regular	2154	63	Suroeste
8	124	<i>Pinus oocarpa</i>	12	8	Bueno	2154	63	Suroeste
8	125	<i>Pinus oocarpa</i>	18	11	Bueno	2154	63	Suroeste
8	126	<i>Pinus oocarpa</i>	10	7	Bueno	2154	63	Suroeste
8	127	<i>Pinus oocarpa</i>	13	7	Regular	2154	63	Suroeste
8	128	<i>Pinus oocarpa</i>	60	22	Bueno	2154	63	Suroeste
8	129	<i>Pinus oocarpa</i>	15	11	Bueno	2154	63	Suroeste
8	130	<i>Pinus oocarpa</i>	17	12	Bueno	2154	63	Suroeste
8	131	<i>Pinus oocarpa</i>	20	13	Bueno	2154	63	Suroeste
8	132	<i>Pinus oocarpa</i>	21	14	Malo	2154	63	Suroeste
8	133	<i>Pinus oocarpa</i>	19	15	Bueno	2154	63	Suroeste
8	134	<i>Pinus oocarpa</i>	12	14	Bueno	2154	63	Suroeste
8	135	<i>Pinus oocarpa</i>	12	12	Bueno	2154	63	Suroeste
8	136	<i>Pinus oocarpa</i>	15	12	Regular	2154	63	Suroeste
8	137	<i>Pinus oocarpa</i>	17	12	Bueno	2154	63	Suroeste
8	138	<i>Pinus oocarpa</i>	11	7	Regular	2154	63	Suroeste



Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
9	139	<i>Pinus oocarpa</i>	38	12	Regular	2141	54	Suroeste
9	140	<i>Pinus oocarpa</i>	35	10	Regular	2141	54	Suroeste
9	141	<i>Pinus oocarpa</i>	35	11	Regular	2141	54	Suroeste
9	142	<i>Pinus oocarpa</i>	29	10	Regular	2141	54	Suroeste
9	143	<i>Pinus oocarpa</i>	11	8	Malo	2141	54	Suroeste
9	144	<i>Pinus oocarpa</i>	26	11	Malo	2141	54	Suroeste
9	145	<i>Pinus oocarpa</i>	50	13	Malo	2141	54	Suroeste
9	146	<i>Pinus oocarpa</i>	20	7	Malo	2141	54	Suroeste
9	147	<i>Pinus oocarpa</i>	51	21	Bueno	2141	54	Suroeste
9	148	<i>Pinus oocarpa</i>	35	18	Bueno	2141	54	Suroeste
9	149	<i>Pinus oocarpa</i>	28	13	Bueno	2141	54	Suroeste
9	150	<i>Pinus oocarpa</i>	12	7	Bueno	2141	54	Suroeste
9	151	<i>Pinus oocarpa</i>	34	14	Bueno	2141	54	Suroeste
10	152	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Bueno	2110	57	Suroeste
10	153	<i>Pinus oocarpa</i>	10	5	Bueno	2110	57	Suroeste
10	154	<i>Pinus oocarpa</i>	20	15	Bueno	2110	57	Suroeste
10	155	<i>Pinus oocarpa</i>	13	11	Regular	2110	57	Suroeste
10	156	<i>Pinus oocarpa</i>	18	15	Regular	2110	57	Suroeste
10	157	<i>Pinus oocarpa</i>	24	18	Regular	2110	57	Suroeste
10	158	<i>Pinus oocarpa</i>	26	20	Regular	2110	57	Suroeste
10	159	<i>Pinus oocarpa</i>	32	23	Regular	2110	57	Suroeste
10	160	<i>Pinus oocarpa</i>	36	18	Regular	2110	57	Suroeste
10	161	<i>Pinus oocarpa</i>	10	6	Regular	2110	57	Suroeste
10	162	<i>Pinus oocarpa</i>	37	19	Regular	2110	57	Suroeste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
10	163	<i>Pinus oocarpa</i>	21	14	Regular	2110	57	Suroeste
10	164	<i>Pinus oocarpa</i>	45	24	Regular	2110	57	Suroeste
10	165	<i>Pinus oocarpa</i>	11	16	Malo	2110	57	Suroeste
10	166	<i>Pinus oocarpa</i>	16	10	Malo	2110	57	Suroeste
10	167	<i>Pinus oocarpa</i>	20	18	Bueno	2110	57	Suroeste
11	168	<i>Pinus oocarpa</i>	36	19	Bueno	2145	60	Suroeste
11	169	<i>Pinus oocarpa</i>	21	15	Bueno	2145	60	Suroeste
11	170	<i>Pinus oocarpa</i>	20	18	Bueno	2145	60	Suroeste
11	171	<i>Pinus oocarpa</i>	44	24	Bueno	2145	60	Suroeste
11	172	<i>Pinus oocarpa</i>	16	11	Malo	2145	60	Suroeste
11	173	<i>Pinus oocarpa</i>	20	15	Bueno	2145	60	Suroeste
11	174	<i>Pinus oocarpa</i>	27	16	Bueno	2145	60	Suroeste
11	175	<i>Pinus oocarpa</i>	28	17	Regular	2145	60	Suroeste
11	176	<i>Pinus oocarpa</i>	13	8	Regular	2145	60	Suroeste
11	177	<i>Pinus oocarpa</i>	11	7	Regular	2145	60	Suroeste
11	178	<i>Pinus oocarpa</i>	33	21	Regular	2145	60	Suroeste
11	179	<i>Pinus oocarpa</i>	19	17	Malo	2145	60	Suroeste
11	180	<i>Pinus oocarpa</i>	20	15	Bueno	2145	60	Suroeste
12	181	<i>Pinus oocarpa</i>	23	15	Regular	2118	68	Suroeste
12	182	<i>Pinus oocarpa</i>	26	13	Regular	2118	68	Suroeste
12	183	<i>Pinus oocarpa</i>	11	7	Regular	2118	68	Suroeste
12	184	<i>Pinus oocarpa</i>	12	7	Bueno	2118	68	Suroeste
12	185	<i>Pinus oocarpa</i>	18	8	Bueno	2118	68	Suroeste
12	186	<i>Pinus oocarpa</i>	16	9	Bueno	2118	68	Suroeste

12	187	<i>Pinus oocarpa</i>	13	9	Bueno	2118	68	Suroeste
12	188	<i>Pinus oocarpa</i>	26	13	Malo	2118	68	Suroeste
12	189	<i>Pinus oocarpa</i>	48	18	Bueno	2118	68	Suroeste
12	190	<i>Pinus oocarpa</i>	22	12	Regular	2118	68	Suroeste
12	191	<i>Pinus oocarpa</i>	20	12	Regular	2118	68	Suroeste
12	192	<i>Pinus oocarpa</i>	14	7	Bueno	2118	68	Suroeste
12	193	<i>Pinus oocarpa</i>	58	21	Bueno	2118	68	Suroeste
12	194	<i>Pinus oocarpa</i>	18	8	Bueno	2118	68	Suroeste
12	195	<i>Pinus oocarpa</i>	17	7	Bueno	2118	68	Suroeste
12	196	<i>Pinus oocarpa</i>	14	6	Bueno	2118	68	Suroeste
12	197	<i>Pinus oocarpa</i>	23	11	Bueno	2118	68	Suroeste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
13	198	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Regular	2126	40	Noreste
13	199	<i>Pinus oocarpa</i>	10	5	Malo	2126	40	Noreste
13	200	<i>Pinus oocarpa</i>	36	23	Regular	2126	40	Noreste
13	201	<i>Pinus oocarpa</i>	11	7	Malo	2126	40	Noreste
13	202	<i>Pinus oocarpa</i>	32	23	Bueno	2126	40	Noreste
13	203	<i>Pinus oocarpa</i>	24	18	Bueno	2126	40	Noreste
13	204	<i>Pinus oocarpa</i>	26	20	Bueno	2126	40	Noreste
13	205	<i>Pinus oocarpa</i>	14	17	Bueno	2126	40	Noreste
13	206	<i>Pinus oocarpa</i>	12	6	Regular	2126	40	Noreste
13	207	<i>Pinus oocarpa</i>	18	16	Regular	2126	40	Noreste
13	208	<i>Pinus oocarpa</i>	20	21	Regular	2126	40	Noreste
13	209	<i>Pinus oocarpa</i>	18	15	Malo	2126	40	Noreste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
13	210	<i>Pinus oocarpa</i>	33	21	Regular	2126	40	Noreste
13	211	<i>Pinus oocarpa</i>	13	7	Bueno	2126	40	Noreste
13	212	<i>Pinus oocarpa</i>	20	15	Regular	2126	40	Noreste
14	213	<i>Pinus oocarpa</i>	36	18	Malo	2190	38	Noreste
14	214	<i>Pinus oocarpa</i>	10	6	Regular	2190	38	Noreste
14	215	<i>Pinus oocarpa</i>	37	19	Regular	2190	38	Noreste
14	216	<i>Pinus oocarpa</i>	27	15	Bueno	2190	38	Noreste
14	217	<i>Pinus oocarpa</i>	13	18	Regular	2190	38	Noreste
14	218	<i>Pinus oocarpa</i>	20	14	Regular	2190	38	Noreste
14	219	<i>Pinus oocarpa</i>	36	19	Bueno	2190	38	Noreste
14	220	<i>Pinus oocarpa</i>	28	18	Bueno	2190	38	Noreste
14	221	<i>Pinus oocarpa</i>	16	10	Bueno	2190	38	Noreste
14	222	<i>Pinus oocarpa</i>	19	16	Bueno	2190	38	Noreste
14	223	<i>Pinus oocarpa</i>	45	24	Bueno	2190	38	Noreste
14	224	<i>Pinus oocarpa</i>	21	14	Malo	2190	38	Noreste
15	225	<i>Pinus oocarpa</i>	20	14	Regular	2180	35	Noreste
15	226	<i>Pinus oocarpa</i>	18	16	Regular	2180	35	Noreste
15	227	<i>Pinus oocarpa</i>	13	7	Bueno	2180	35	Noreste
15	228	<i>Pinus oocarpa</i>	18	13	Bueno	2180	35	Noreste
15	229	<i>Pinus oocarpa</i>	22	18	Bueno	2180	35	Noreste
15	230	<i>Pinus oocarpa</i>	26	20	Bueno	2180	35	Noreste
15	231	<i>Pinus oocarpa</i>	16	13	Regular	2180	35	Noreste
15	232	<i>Pinus oocarpa</i>	31	22	Bueno	2180	35	Noreste
15	233	<i>Pinus oocarpa</i>	42	19	Bueno	2180	35	Noreste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
15	234	<i>Pinus oocarpa</i>	11	7	Bueno	2180	35	Noreste
15	235	<i>Pinus oocarpa</i>	14	8	Bueno	2180	35	Noreste
15	236	<i>Pinus oocarpa</i>	19	17	Regular	2180	35	Noreste
15	237	<i>Pinus oocarpa</i>	20	16	Regular	2180	35	Noreste
15	238	<i>Pinus oocarpa</i>	23	18	Bueno	2180	35	Noreste
16	239	<i>Pinus oocarpa</i>	30	19	Bueno	2152	70	Noreste
16	240	<i>Pinus oocarpa</i>	14	10	Malo	2152	70	Noreste
16	241	<i>Pinus oocarpa</i>	20	18	Regular	2152	70	Noreste
16	242	<i>Pinus oocarpa</i>	19	17	Regular	2152	70	Noreste
16	243	<i>Pinus oocarpa</i>	17	16	Bueno	2152	70	Noreste
16	244	<i>Pinus oocarpa</i>	15	11	Malo	2152	70	Noreste
16	245	<i>Pinus oocarpa</i>	12	6	Regular	2152	70	Noreste
16	246	<i>Pinus oocarpa</i>	26	18	Regular	2152	70	Noreste
16	247	<i>Pinus oocarpa</i>	33	19	Regular	2152	70	Noreste
16	248	<i>Pinus oocarpa</i>	21	17	Regular	2152	70	Noreste
16	249	<i>Pinus oocarpa</i>	13	9	Bueno	2152	70	Noreste
16	250	<i>Pinus oocarpa</i>	17	16	Bueno	2152	70	Noreste
16	251	<i>Pinus oocarpa</i>	21	13	Bueno	2152	70	Noreste
16	252	<i>Pinus oocarpa</i>	20	18	Bueno	2152	70	Noreste
16	253	<i>Pinus oocarpa</i>	19	16	Bueno	2152	70	Noreste
16	254	<i>Pinus oocarpa</i>	18	15	Regular	2152	70	Noreste
16	255	<i>Pinus oocarpa</i>	21	18	Bueno	2152	70	Noreste
16	256	<i>Pinus oocarpa</i>	25	19	Bueno	2152	70	Noreste
16	257	<i>Pinus oocarpa</i>	20	17	Bueno	2152	70	Noreste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
16	258	<i>Pinus oocarpa</i>	15	11	Bueno	2152	70	Noreste
16	259	<i>Pinus oocarpa</i>	23	18	Regular	2152	70	Noreste
16	260	<i>Pinus oocarpa</i>	19	16	Regular	2152	70	Noreste
16	261	<i>Pinus oocarpa</i>	20	18	Regular	2152	70	Noreste
16	262	<i>Pinus oocarpa</i>	30	22	Regular	2152	70	Noreste
16	263	<i>Pinus oocarpa</i>	35	24	Regular	2152	70	Noreste
16	264	<i>Pinus oocarpa</i>	17	8	Regular	2152	70	Noreste
17	265	<i>Pinus oocarpa</i>	28	22	Bueno	2200	33	Noreste
17	266	<i>Pinus oocarpa</i>	29	22	Bueno	2200	33	Noreste
17	267	<i>Pinus oocarpa</i>	28	20	Bueno	2200	33	Noreste
17	268	<i>Pinus oocarpa</i>	28	22	Bueno	2200	33	Noreste
17	269	<i>Pinus oocarpa</i>	24	21	Regular	2200	33	Noreste
17	270	<i>Pinus oocarpa</i>	35	22	Regular	2200	33	Noreste
17	271	<i>Pinus oocarpa</i>	28	20	Regular	2200	33	Noreste
17	272	<i>Pinus oocarpa</i>	28	21	Malo	2200	33	Noreste
17	273	<i>Pinus oocarpa</i>	26	18	Bueno	2200	33	Noreste
17	274	<i>Pinus oocarpa</i>	18	13	Bueno	2200	33	Noreste
17	275	<i>Pinus oocarpa</i>	22	18	Bueno	2200	33	Noreste
17	276	<i>Pinus oocarpa</i>	26	20	Bueno	2200	33	Noreste
17	277	<i>Pinus oocarpa</i>	16	13	Regular	2200	33	Noreste
17	278	<i>Pinus oocarpa</i>	21	14	Bueno	2200	33	Noreste
17	279	<i>Pinus oocarpa</i>	28	22	Bueno	2200	33	Noreste
17	280	<i>Pinus oocarpa</i>	23	19	Bueno	2200	33	Noreste
17	281	<i>Pinus oocarpa</i>	25	21	Bueno	2200	33	Noreste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
17	282	<i>Pinus oocarpa</i>	21	18	Bueno	2200	33	Noreste
17	283	<i>Pinus oocarpa</i>	20	19	Regular	2200	33	Noreste
17	284	<i>Pinus oocarpa</i>	22	19	Regular	2200	33	Noreste
18	285	<i>Pinus oocarpa</i>	22	18	Bueno	2210	42	Noreste
18	286	<i>Pinus oocarpa</i>	18	15	Bueno	2210	42	Noreste
18	287	<i>Pinus oocarpa</i>	22	19	Bueno	2210	42	Noreste
18	288	<i>Pinus oocarpa</i>	19	15	Regular	2210	42	Noreste
18	289	<i>Pinus oocarpa</i>	14	7	Regular	2210	42	Noreste
18	290	<i>Pinus oocarpa</i>	21	9	Regular	2210	42	Noreste
18	291	<i>Pinus oocarpa</i>	29	22	Bueno	2210	42	Noreste
18	292	<i>Pinus oocarpa</i>	15	20	Regular	2210	42	Noreste
18	293	<i>Pinus oocarpa</i>	16	9	Regular	2210	42	Noreste
18	294	<i>Pinus oocarpa</i>	27	12	Regular	2210	42	Noreste
18	295	<i>Pinus oocarpa</i>	14	8	Regular	2210	42	Noreste
18	296	<i>Pinus oocarpa</i>	22	20	Regular	2210	42	Noreste
18	297	<i>Pinus oocarpa</i>	25	11	Bueno	2210	42	Noreste
18	298	<i>Pinus oocarpa</i>	15	8	Bueno	2210	42	Noreste
18	299	<i>Pinus oocarpa</i>	23	12	Bueno	2210	42	Noreste
18	300	<i>Pinus oocarpa</i>	18	20	Bueno	2210	42	Noreste
18	301	<i>Pinus oocarpa</i>	14	7	Regular	2210	42	Noreste
18	302	<i>Pinus oocarpa</i>	11	8	Regular	2210	42	Noreste
18	303	<i>Pinus oocarpa</i>	25	12	Regular	2210	42	Noreste
18	304	<i>Pinus oocarpa</i>	14	9	Regular	2210	42	Noreste
18	305	<i>Pinus oocarpa</i>	14	10	Regular	2210	42	Noreste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
19	307	<i>Pinus oocarpa</i>	13	8	Regular	2210	42	Sureste
19	308	<i>Pinus oocarpa</i>	10	7	Regular	2210	42	Sureste
19	309	<i>Pinus oocarpa</i>	19	10	Regular	2211	33	Sureste
19	310	<i>Pinus oocarpa</i>	25	11	Regular	2211	33	Sureste
19	311	<i>Pinus oocarpa</i>	13	8	Regular	2211	33	Sureste
19	312	<i>Pinus oocarpa</i>	17	10	Regular	2211	33	Sureste
19	313	<i>Pinus oocarpa</i>	14	9	Regular	2211	33	Sureste
19	314	<i>Pinus oocarpa</i>	13	8	Bueno	2211	33	Sureste
19	315	<i>Pinus oocarpa</i>	17	14	Bueno	2211	33	Sureste
19	316	<i>Pinus oocarpa</i>	23	12	Bueno	2211	33	Sureste
19	317	<i>Pinus oocarpa</i>	16	11	Regular	2211	33	Sureste
19	318	<i>Pinus oocarpa</i>	13	10	Regular	2211	33	Sureste
19	319	<i>Pinus oocarpa</i>	13	9	Regular	2211	33	Sureste
19	320	<i>Pinus oocarpa</i>	13	8	Regular	2211	33	Sureste
19	321	<i>Pinus oocarpa</i>	12	11	Regular	2211	33	Sureste
19	322	<i>Pinus oocarpa</i>	19	15	Regular	2211	33	Sureste
19	323	<i>Pinus oocarpa</i>	16	13	Regular	2211	33	Sureste
19	324	<i>Pinus oocarpa</i>	18	12	Regular	2211	33	Sureste
19	325	<i>Pinus oocarpa</i>	12	8	Regular	2211	33	Sureste
19	326	<i>Pinus oocarpa</i>	25	16	Regular	2211	33	Sureste
19	327	<i>Pinus oocarpa</i>	12	10	Bueno	2211	33	Sureste
19	328	<i>Pinus oocarpa</i>	11	7	Bueno	2211	33	Sureste
19	329	<i>Pinus oocarpa</i>	14	10	Bueno	2211	33	Sureste
19	330	<i>Pinus oocarpa</i>	24	12	Bueno	2211	33	Sureste



Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
19	331	<i>Pinus oocarpa</i>	13	11	Bueno	2211	33	Sureste
19	332	<i>Pinus oocarpa</i>	14	10	Bueno	2211	33	Sureste
19	333	<i>Pinus oocarpa</i>	20	13	Bueno	2211	33	Sureste
19	334	<i>Pinus oocarpa</i>	11	5	Bueno	2211	33	Sureste
19	335	<i>Pinus oocarpa</i>	12	8	Bueno	2211	33	Sureste
19	336	<i>Pinus oocarpa</i>	17	9	Regular	2211	33	Sureste
19	337	<i>Pinus oocarpa</i>	21	13	Regular	2211	33	Sureste
19	338	<i>Pinus oocarpa</i>	15	8	Regular	2211	33	Sureste
20	339	<i>Pinus oocarpa</i>	30	12	Regular	2198	30	Sureste
20	340	<i>Pinus oocarpa</i>	23	14	Bueno	2198	30	Sureste
20	341	<i>Pinus oocarpa</i>	14	10	Bueno	2198	30	Sureste
20	342	<i>Pinus oocarpa</i>	12	8	Regular	2198	30	Sureste
20	343	<i>Pinus oocarpa</i>	17	11	Regular	2198	30	Sureste
20	344	<i>Pinus oocarpa</i>	26	13	Regular	2198	30	Sureste
20	345	<i>Pinus oocarpa</i>	25	15	Bueno	2198	30	Sureste
20	346	<i>Pinus oocarpa</i>	28	15	Malo	2198	30	Sureste
20	347	<i>Pinus oocarpa</i>	21	16	Regular	2198	30	Sureste
20	348	<i>Pinus oocarpa</i>	13	12	Regular	2198	30	Sureste
20	349	<i>Pinus oocarpa</i>	21	11	Regular	2198	30	Sureste
20	350	<i>Pinus oocarpa</i>	14	8	Regular	2198	30	Sureste
20	351	<i>Pinus oocarpa</i>	22	15	Regular	2198	30	Sureste
20	352	<i>Pinus oocarpa</i>	16	13	Regular	2198	30	Sureste
20	353	<i>Pinus oocarpa</i>	16	11	Regular	2198	30	Sureste
20	354	<i>Pinus oocarpa</i>	11	9	Regular	2198	30	Sureste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
20	355	<i>Pinus oocarpa</i>	14	10	Regular	2198	30	Sureste
20	356	<i>Pinus oocarpa</i>	11	8	Regular	2198	30	Sureste
20	357	<i>Pinus oocarpa</i>	14	11	Regular	2198	30	Sureste
20	358	<i>Pinus oocarpa</i>	17	10	Regular	2198	30	Sureste
21	359	<i>Pinus oocarpa</i>	14	6	Bueno	2195	25	Sureste
21	360	<i>Pinus oocarpa</i>	13	5	Bueno	2195	25	Sureste
21	361	<i>Pinus oocarpa</i>	17	9	Bueno	2195	25	Sureste
21	362	<i>Pinus oocarpa</i>	18	10	Bueno	2195	25	Sureste
21	363	<i>Pinus oocarpa</i>	20	16	Regular	2195	25	Sureste
21	364	<i>Pinus oocarpa</i>	16	12	Regular	2195	25	Sureste
21	365	<i>Pinus oocarpa</i>	17	13	Regular	2195	25	Sureste
21	366	<i>Pinus oocarpa</i>	59	23	Bueno	2195	25	Sureste
21	367	<i>Pinus oocarpa</i>	20	15	Regular	2195	25	Sureste
21	368	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Malo	2195	25	Sureste
21	369	<i>Pinus oocarpa</i>	10	5	Regular	2195	25	Sureste
21	370	<i>Pinus oocarpa</i>	14	8	Regular	2195	25	Sureste
21	371	<i>Pinus oocarpa</i>	14	7	Regular	2195	25	Sureste
21	372	<i>Pinus oocarpa</i>	14	6	Regular	2195	25	Sureste
21	373	<i>Pinus oocarpa</i>	24	14	Bueno	2195	25	Sureste
21	374	<i>Pinus oocarpa</i>	23	14	Bueno	2195	25	Sureste
21	375	<i>Pinus oocarpa</i>	20	12	Bueno	2195	25	Sureste
21	376	<i>Pinus oocarpa</i>	14	11	Bueno	2195	25	Sureste
21	377	<i>Pinus oocarpa</i>	17	8	Bueno	2195	25	Sureste
21	378	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Bueno	2195	25	Sureste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
21	379	<i>Pinus oocarpa</i>	13	6	Bueno	2195	25	Sureste
22	380	<i>Pinus oocarpa</i>	26	12	Bueno	2205	27	Sureste
22	381	<i>Pinus oocarpa</i>	20	13	Bueno	2205	27	Sureste
22	382	<i>Pinus oocarpa</i>	14	11	Bueno	2205	27	Sureste
22	383	<i>Pinus oocarpa</i>	35	17	Malo	2205	27	Sureste
22	384	<i>Pinus oocarpa</i>	15	7	Bueno	2205	27	Sureste
22	385	<i>Pinus oocarpa</i>	25	16	Bueno	2205	27	Sureste
22	386	<i>Pinus oocarpa</i>	14	7	Bueno	2205	27	Sureste
22	387	<i>Pinus oocarpa</i>	17	10	Bueno	2205	27	Sureste
22	388	<i>Pinus oocarpa</i>	19	12	Bueno	2205	27	Sureste
22	389	<i>Pinus oocarpa</i>	10	7	Regular	2205	27	Sureste
22	390	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Regular	2205	27	Sureste
22	391	<i>Pinus oocarpa</i>	12	7	Regular	2205	27	Sureste
22	392	<i>Pinus oocarpa</i>	23	19	Regular	2205	27	Sureste
22	393	<i>Pinus oocarpa</i>	20	12	Regular	2205	27	Sureste
22	394	<i>Pinus oocarpa</i>	25	15	Regular	2205	27	Sureste
22	395	<i>Pinus oocarpa</i>	24	13	Regular	2205	27	Sureste
22	396	<i>Pinus oocarpa</i>	22	16	Regular	2205	27	Sureste
23	397	<i>Pinus oocarpa</i>	27	13	Regular	2208	24	Sureste
23	398	<i>Pinus oocarpa</i>	12	8	Regular	2208	24	Sureste
23	399	<i>Pinus oocarpa</i>	33	13	Regular	2208	24	Sureste
23	400	<i>Pinus oocarpa</i>	13	10	Regular	2208	24	Sureste
23	401	<i>Pinus oocarpa</i>	20	13	Bueno	2208	24	Sureste
23	402	<i>Pinus oocarpa</i>	15	9	Bueno	2208	24	Sureste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
23	403	<i>Pinus oocarpa</i>	18	8	Bueno	2208	24	Sureste
23	404	<i>Pinus oocarpa</i>	14	11	Bueno	2208	24	Sureste
23	405	<i>Pinus oocarpa</i>	27	10	Bueno	2208	24	Sureste
23	406	<i>Pinus oocarpa</i>	19	11	Bueno	2208	24	Sureste
23	407	<i>Pinus oocarpa</i>	12	10	Bueno	2208	24	Sureste
23	408	<i>Pinus oocarpa</i>	19	10	Bueno	2208	24	Sureste
23	409	<i>Pinus oocarpa</i>	14	8	Bueno	2208	24	Sureste
23	410	<i>Pinus oocarpa</i>	18	12	Bueno	2208	24	Sureste
23	411	<i>Pinus oocarpa</i>	11	9	Bueno	2208	24	Sureste
23	412	<i>Pinus oocarpa</i>	31	15	Bueno	2208	24	Sureste
23	413	<i>Pinus oocarpa</i>	11	8	Bueno	2208	24	Sureste
23	414	<i>Pinus oocarpa</i>	18	11	Bueno	2208	24	Sureste
-23	415	<i>Pinus oocarpa</i>	16	12	Bueno	2208	24	Sureste
23	416	<i>Pinus oocarpa</i>	23	11	Bueno	2208	24	Sureste
24	417	<i>Pinus oocarpa</i>	14	10	Bueno	2212	22	Sureste
24	418	<i>Pinus oocarpa</i>	24	12	Bueno	2212	22	Sureste
24	419	<i>Pinus oocarpa</i>	13	8	Bueno	2212	22	Sureste
24	420	<i>Pinus oocarpa</i>	14	9	Bueno	2212	22	Sureste
24	421	<i>Pinus oocarpa</i>	20	13	Bueno	2212	22	Sureste
24	422	<i>Pinus oocarpa</i>	11	6	Bueno	2212	22	Sureste
24	423	<i>Pinus oocarpa</i>	12	8	Bueno	2212	22	Sureste
24	424	<i>Pinus oocarpa</i>	17	9	Bueno	2212	22	Sureste
24	425	<i>Pinus oocarpa</i>	21	9	Bueno	2212	22	Sureste
24	426	<i>Pinus oocarpa</i>	15	8	Regular	2212	22	Sureste

Parcelas	No. árbol	Especie	Diámetro DAP (cm)	Altura (m)	Calidad de regeneración natural	Altitud (m)	Pendiente (%)	Exposición
24	427	<i>Pinus oocarpa</i>	25	16	Regular	2212	22	Sureste
24	428	<i>Pinus oocarpa</i>	18	12	Regular	2212	22	Sureste
24	429	<i>Pinus oocarpa</i>	31	15	Regular	2212	22	Sureste
24	430	<i>Pinus oocarpa</i>	19	11	Bueno	2212	22	Sureste
24	431	<i>Pinus oocarpa</i>	14	9	Bueno	2212	22	Sureste
24	432	<i>Pinus oocarpa</i>	20	15	Bueno	2212	22	Sureste
24	433	<i>Pinus oocarpa</i>	16	11	Bueno	2212	22	Sureste
24	434	<i>Pinus oocarpa</i>	57	23	Bueno	2212	22	Sureste
24	435	<i>Pinus oocarpa</i>	49	21	Bueno	2212	22	Sureste

Fuente: elaboración propia registro de datos de las parcelas, año 2017

**Anexo 5: Tabla No. 23. Datos de las parcelas del volumen del fustal**

Parcelas	Volumen (m <sup>3</sup> )	Parcelas	Volumen (m <sup>3</sup> )	Parcelas	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	0.312	3	0.060	5	0.113
1	0.270	3	0.594	5	0.170
1	0.295	3	0.395	5	1.445
1	0.090	3	0.188	5	0.601
1	0.127	3	0.115	5	0.027
1	0.368	3	0.062	5	0.024
1	0.319	3	0.611	5	0.033
1	0.091	3	0.040	5	0.225
1	0.034	3	0.091	5	0.029
1	2.807	3	0.636	5	0.999
1	1.991	3	0.312	5	0.054
1	4.314	3	2.832	5	0.040
volumen total= 11.017m <sup>3</sup>		3	0.033	5	0.038
parcelas	Volumen	3	0.295	5	0.029
2	0.079	3	0.142	5	0.102
2	0.308	3	0.090	5	0.066
2	0.046	3	0.046	5	0.040
2	0.102	3	0.190	5	0.057
2	0.188	volumen total= 6.731 m <sup>3</sup>		5	0.034
2	0.157	parcelas	Volumen	5	0.368
2	0.641	4	1.634	5	0.182
2	0.054	4	0.442	5	0.024
2	0.594	4	2.973	5	0.885
2	0.068	4	1.106	volumen total= 5.583 m <sup>3</sup>	
2	0.804	4	0.139	parcelas	Volumen
2	0.395	4	1.382	6	1.848
2	0.188	4	0.204	6	2.009
2	2.554	4	0.286	6	1.940
2	0.173	4	0.567	6	3.017
2	0.046	4	0.319	6	0.318
2	0.040	4	1.648	6	0.029
2	0.062	volumen total= 10.700 m <sup>3</sup>		6	0.054
2	0.636			6	0.113
2	0.266			6	0.027
2	0.053			6	0.062
2	0.895			volumen total = 9.417 m <sup>3</sup>	
2	0.236				
Volumen total= 8.346 m <sup>3</sup>					

Parcelas	Volumen (m <sup>3</sup> )	parcelas	Volumen (m <sup>3</sup> )	Parcelas	Volumen (m <sup>3</sup> )
7	0.577	9	0.680	11	0.967
7	0.069	9	0.481	11	0.260
7	0.080	9	0.529	11	0.003
7	0.045	9	0.330	11	1.825
7	0.111	9	0.038	11	0.111
7	0.523	9	0.292	11	0.236
7	0.153	9	1.276	11	0.458
7	0.113	9	0.110	11	0.523
7	0.563	9	2.145	11	0.053
7	0.046	9	0.866	11	0.033
7	0.673	9	0.400	11	0.898
7	0.060	9	0.040	11	0.241
7	0.080	9	0.636	11	0.236
7	0.115	volumen total= 7.823 m <sup>3</sup>		volumen total= 5.843 m <sup>3</sup>	
7	0.389	parcelas	Volumen	parcelas	Volumen
7	0.053	10	0.029	12	0.312
7	0.090	10	0.020	12	0.345
volumen total= 3.740 m <sup>3</sup>		10	0.236	12	0.033
parcelas	Volumen	10	0.073	12	0.040
8	0.171	10	0.191	12	0.102
8	0.156	10	0.407	12	0.090
8	1.755	10	0.531	12	0.060
8	0.142	10	0.925	12	0.345
8	0.040	10	0.916	12	1.629
8	0.027	10	0.024	12	0.228
8	0.045	10	1.021	12	0.188
8	0.140	10	0.242	12	0.054
8	0.027	10	1.909	12	2.832
8	0.046	10	0.001	12	0.102
8	3.110	10	0.101	12	0.079
8	0.097	10	0.003	12	0.046
8	0.136	volumen total= 6.627 m <sup>3</sup>		12	0.229
8	0.204			volumen total= 6.714 m <sup>3</sup>	
8	0.242				
8	0.213				
8	0.079				
8	0.068				
8	0.106				
8	0.136				
8	0.033				
volumen total= 6.975 m <sup>3</sup>					

Parcelas	Volumen m <sup>3</sup>	Parcelas	Volumen m <sup>3</sup>	Parcelas	Volumen m <sup>3</sup>
13	0.029	15	0.220	17	0.677
13	0.020	15	0.204	17	0.727
13	1.171	15	0.046	17	0.616
13	0.033	15	0.165	17	0.677
13	0.925	15	0.342	17	0.475
13	0.407	15	0.531	17	1.058
13	0.531	15	0.131	17	0.616
13	0.131	15	0.830	17	0.647
13	0.034	15	1.316	17	0.478
13	0.204	15	0.033	17	0.165
13	0.330	15	0.062	17	0.342
13	0.191	15	0.241	17	0.531
13	0.898	15	0.251	17	0.131
13	0.046	15	0.374	17	0.242
13	0.236	volumen total= 4.747 m <sup>3</sup>		17	0.677
volumen total= 5.184 m <sup>3</sup>		parcelas	Volumen	17	0.395
parcelas	Volumen	16	0.672	17	0.515
14	0.916	16	0.077	17	0.312
14	0.024	16	0.283	17	0.298
14	1.021	16	0.241	17	0.361
14	0.429	16	0.182	volumen total= 9.941 m <sup>3</sup>	
14	0.119	16	0.097	parcelas	Volumen
14	0.220	16	0.034	18	0.342
14	0.967	16	0.478	18	0.191
14	0.554	16	0.813	18	0.361
14	0.101	16	0.294	18	0.213
14	0.227	16	0.060	18	0.054
14	1.909	16	0.182	18	0.156
14	0.242	16	0.225	18	0.727
volumen total= 6.729 m <sup>3</sup>		16	0.283	18	0.177
		16	0.227	18	0.090
		16	0.191	18	0.344
		16	0.312	18	0.062
		16	0.466	18	0.380
		16	0.267	18	0.270
		16	0.097	18	0.071
		16	0.374	18	0.249
		16	0.227	18	0.254
		16	0.283	18	0.054
		16	0.778	18	0.038
		16	1.155	18	0.295
		16	0.091	18	0.069
		volumen total= 8.385 m <sup>3</sup>		18	0.208
				volumen total= 4.600 m <sup>3</sup>	



Parcelas	Volumen m <sup>3</sup>	Parcelas	Volumen m <sup>3</sup>	Parcelas	Volumen m <sup>3</sup>
19	0.142	20	0.424	21	0.046
19	0.270	20	0.291	21	0.033
19	0.053	20	0.077	21	0.102
19	0.113	20	0.045	21	0.127
19	0.069	20	0.125	21	0.251
19	0.053	20	0.345	21	0.121
19	0.159	20	0.368	21	0.148
19	0.249	20	0.462	21	3.144
19	0.111	20	0.277	21	0.236
19	0.066	20	0.080	21	0.029
19	0.060	20	0.190	21	0.020
19	0.053	20	0.062	21	0.062
19	0.062	20	0.285	21	0.054
19	0.213	20	0.131	21	0.046
19	0.131	20	0.111	21	0.317
19	0.153	20	0.043	21	0.291
19	0.045	20	0.077	21	0.188
19	0.393	20	0.038	21	0.085
19	0.057	20	0.085	21	0.091
19	0.033	20	0.113	21	0.029
19	0.077	Volumen total = 3.628 m <sup>3</sup>		21	0.040
19	0.271	parcelas	Volumen	Volumen total = 5.458 m <sup>3</sup>	
19	0.073	23	0.372	parcelas	Volumen
19	0.077	23	0.045	24	0.077
19	0.204	23	0.556	24	0.271
19	0.024	23	0.066	24	0.053
19	0.045	23	0.204	24	0.069
19	0.398	23	0.267	24	0.278
Volumen total = 3.654m <sup>3</sup>		23	0.286	24	0.102
parcelas	Volumen	23	0.156	24	0.156
22	0.917	23	0.057	24	0.071
22	0.204	23	0.142	24	0.393
22	0.641	23	0.062	24	0.153
22	0.818	23	0.153	24	0.566
22	0.062	23	0.043	24	0.156
22	0.393	23	0.566	24	0.069
22	0.054	23	0.038	24	0.236
22	0.113	23	0.140	24	0.111
22	0.170	23	0.121	24	2.935
22	0.491	23	0.229	24	1.980
Volumen total = 3.862 m <sup>3</sup>		Volumen total = 3.501 m <sup>3</sup>		Volumen total = 7.675 m <sup>3</sup>	

Fuente: elaboración propia volúmenes de las parcelas, septiembre del 2017

**Tabla No, 24. Resumen de volúmenes m<sup>3</sup>/ha**

<b>No. de Parc.</b>	<b>Arb./parc.</b>	<b>Arb./ha</b>	<b>Vol. m<sup>3</sup>/parc.</b>	<b>Vol. m<sup>3</sup>/ha</b>
1	12	10	11,017	110,170
2	26	22	8,346	183,612
3	18	15	6,731	100,965
4	11	9	10,700	96,300
5	22	18	5,583	100,494
6	10	8	9,417	75,336
7	17	14	3,740	52,360
8	21	17	6,975	118,575
9	13	11	7,823	86,053
10	18	15	6,627	99,405
11	13	11	5,843	64,273
12	17	14	6,714	93,996
13	15	12	5,184	62,208
14	12	10	6,729	67,290
15	14	12	4,747	56,964
16	26	22	8,385	184,470
17	20	17	9,941	168,997
18	21	17	4,604	78,268
19	32	27	3,654	98,658
20	20	17	3,628	61,676
21	21	17	5,458	92,786
22	17	14	3,862	54,068
23	20	17	3,501	59,517
24	19	16	7,675	122,800
	<b>435</b>	<b>362</b>	<b>156,884</b>	<b>2.289,241</b>

Fuente: elaboración propia volúmenes m<sup>3</sup>/ha. 2017

## Anexo 7: Procedimiento estadístico categoría fustal (volumen)

### a) Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{156.88}{24} = 6.54$$

### b) Desviación estándar (S)

$$S = \sqrt{\frac{1145.09 - 1025.47}{n-1}} = \sqrt{\frac{119.62}{23}} = \sqrt{5.20} = 2.28$$

### c) Coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{2.28}{6.54} * 100 = 34.87$$

### d) Error estándar (Sx)

$$S_x = \frac{2.28}{\sqrt{24}} = \frac{2.28}{4.89} = 0.47$$

### e) Error de muestreo (EM)

$$EM = 2.069(0.47) = 0.97$$

### f) Error de muestreo como porcentaje (EM%)

$$EM\% = \frac{2.069(0.47)}{6.54} * 100 = 14.86$$

### g) Límites de confianza

$$L_s = 6.54 + 0.97 = 7.51$$

$$L_i = 6.54 - 0.97 = 5.57$$

### h) Número de unidades muestrales

$$N = \frac{(2.07)^2 (34.87)^2}{15^2} = 23$$

Anexo 8: tabla No. 26 Datos de las parcelas del estrato brinjal y plántula,

**Tabla No, 25. Plántulas y brinjal/ha**

<b>parcela 1</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 13</b>	plántulas	brinjal	total
	3	0	3		4	3	7
<b>parcela 2</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 14</b>	plántulas	brinjal	total
	2	1	3		4	3	7
<b>parcela 3</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 15</b>	plántulas	brinjal	total
	3	0	3		3	1	4
<b>parcela 4</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 16</b>	plántulas	brinjal	total
	3	2	5		3	0	3
<b>parcela 5</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 17</b>	plántulas	brinjal	total
	4	0	4		4	2	6
<b>parcela 6</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 18</b>	plántulas	brinjal	total
	3	0	3		3	0	3
<b>parcela 7</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 19</b>	plántulas	brinjal	total
	3	6	9		3	2	5
<b>parcela 8</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 20</b>	plántulas	brinjal	total
	3	2	5		5	0	5
<b>parcela 9</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 21</b>	plántulas	brinjal	total
	3	0	3		3	0	3
<b>parcela 10</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 22</b>	plántulas	brinjal	total
	2	1	3		3	0	3
<b>parcela 11</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 23</b>	plántulas	brinjal	total
	2	2	4		3	0	3
<b>parcela 12</b>	plántulas	brinjal	total	<b>parcela 24</b>	plántulas	brinjal	total
	1	2	3		3	0	3

Fuente: elaboración propia individuos/parcela 2017

## Anexo No.9. Ejemplo para determinar las densidades de las categorías

---

Densidad hectárea / fustal

$$\frac{104 \text{ individuos} * 10,000 \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2} = \frac{2,080 \text{ individuos}}{6 \text{ parcelas}} = \mathbf{347 \text{ individuos/ha}}$$

---

Densidad hectárea / Brinzal

$$\frac{9 \text{ individuos} * 10,000 \text{ m}^2}{25 \text{ m}^2} = \frac{3,600 \text{ individuos}}{6 \text{ parcelas}} = \mathbf{600 \text{ individuos/ha}}$$

---

Densidad hectárea / Plántula

$$\frac{21 \text{ individuos} * 10,000 \text{ m}^2}{25 \text{ m}^2} = \frac{8,400 \text{ individuos}}{6 \text{ parcelas}} = \mathbf{1,400 \text{ individuos/ha}}$$

## Anexo 10: Estrato brinzal y plántula (individuos por hectárea)

### a) Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{100}{24} = 4.17$$

### b) Desviación estándar (S)

$$S = \sqrt{\frac{480 - 416.66}{n-1}} = \sqrt{\frac{63.34}{23}} = \sqrt{2.75} = 1.65$$

### c) Coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{1.65}{4.17} * 100 = 39.8$$

### d) Error estándar (Sx)

$$S_x = \frac{1.65}{\sqrt{24}} = \frac{1.65}{4.89} = 0.34$$

### e) Error de muestreo (EM)

$$EM = 2.069(0.34) = 0.70$$

### f) Error de muestreo como porcentaje (EM%)

$$EM\% = \frac{2.069(0.34)}{4.17} * 100 = 16.87$$

### g) Límites de confianza

$$L_s = 4.17 + 0.70 = 4.87$$

$$L_i = 4.17 - 0.70 = 3.47$$

### h) Número de unidades muestrales

$$N = \frac{(2.07)^2 (39.8)^2}{17^2} = 23$$



**Anexo 12: Tabla No. 27. Coordenadas GTM de las parcelas.**

Tabla No, 22. Datos de coordenadas

<b>Parcelas</b>	<b>Coordenadas X</b>	<b>Coordenadas Y</b>
1	402210,33	1665704,82
2	402307,409	1665808,17
3	402316,804	1665949,09
4	402332,462	1666093,14
5	402219,724	1665870,8
6	402103,855	1665792,51
7	401947,276	1665116,08
8	402081,934	1665181,85
9	401984,855	1665294,59
10	402135,171	1665329,03
11	402063,145	1665444,9
12	402554,805	1666312,35
13	402686,332	1666237,2
14	402567,331	1666165,17
15	402711,385	1666096,27
16	402573,595	1666014,85
17	402507,831	1665880,19
18	402398,225	1665654,72
19	402366,909	1665504,4
20	402539,147	1665698,56
21	402692,595	1665739,27
22	402329,33	1665344,69
23	402282,356	1665172,45
24	402185,277	1665488,74

Fuente: elaboración propia coordenadas año 2017



### Anexo No.13 Base de datos de correlaciones de Spearman, regeneración natural/altitud.

Tabla No, 28. Procedimiento correlación plántula-altitud

No. parcelas	Plántula (x)	Altitud (m) (y)	Plántula (x)	Altitud (m) (y)	di ( X, Y)	di²
1	10	2163	1	11	10	100
2	16	2199	9	18	9	81
3	28	2185	23	14	9	81
4	15	2118	7.5	3.5	4	16
5	23	2130	19	6	13	169
6	13	2084	4.5	1	3.5	12.25
7	13	2176	4.5	12	7.5	56.25
8	26	2154	21.5	10	11.5	132.25
9	21	2141	17.5	7	10.5	110.25
10	12	2110	2.5	2	0.5	0.25
11	17	2145	10.5	8	2.5	6.25
12	14	2118	6	3.5	2.5	6.25
13	18	2126	12	5	7	49
14	12	2190	2.5	15	12.5	156.25
15	21	2180	17.5	13	4.5	20.25
16	20	2152	15	9	6	36
17	26	2200	21.5	19	3.5	6.25
18	20	2210	15	22	7	49
19	17	2211	10.5	23	12.5	156.25
20	20	2198	15	17	2	4
21	24	2195	20	16	4	16
22	30	2205	24	20	4	16
23	19	2208	13	21	8	64
24	15	2212	7.5	24	16.5	272.25

Fuente: elaboración propia procedimiento correlación de Spearman año 2017

$$di^2=1616$$

$$rs = 1 - \frac{6(1616)}{(24)^3 - 24} = 0.30$$

$$rs= 0.30$$

$$Tabla\ 0.05= 0.344$$

# **Anexo No.14. Base de datos correlación, regeneración natural/ pendiente**

**Tabla No, 29. Procedimiento correlación plántula-pendiente**

No. Parcelas	plántula (x)	Pendiente % (y)	plántula (x)	Pendiente % (y)	di (X,Y)	di²
1	10	55	1	13	12	144
2	16	61	9	18	9	81
3	28	64	23	20.5	2.5	6.25
4	15	66	7.5	22	14.5	210.25
5	23	64	19	20.5	1.5	2.25
6	13	60	4.5	16.5	12	144
7	13	57	4.5	14.5	10	100
8	26	63	21.5	19	2.5	6.25
9	21	54	17.5	12	5.5	30.25
10	12	52	2.5	14.5	12	144
11	17	60	10.5	16.5	6	36
12	14	68	6	23	17	289
13	18	40	12	10	2	4
14	12	38	2.5	9	6.5	42.25
15	21	35	17.5	8	9.5	90.25
16	20	70	15	24	9	81
17	26	33	21.5	6.5	15	225
18	20	42	15	11	4	16
19	17	33	10.5	6.5	4	16
20	20	30	15	5	10	100
21	24	25	20	3	17	289
22	30	27	24	4	20	400
23	19	24	13	2	11	121
24	15	22	7.5	1	6.5	42.25

Fuente: elaboración propia procedimiento correlación de Spearman año 2017

di²=2620

$$rs = 1 - \frac{6(2620)}{(24)^3 - 24} = 0.14$$

rs= 0.14

Tabla 0.05= 0.344

## Anexo No, 15: Base de datos correlación de datos regeneración natural/ exposición

Tabla No, 30. Procedimiento correlación de plántula-exposición

Exposición %	Plántula	Exposición %	Plántula	di (x,y)	di <sup>2</sup>
25	21	1	4	-3	9
25	18	2	1	1	1
25	20	3	3	0	0
25	19	4	2	2	4
					14

Fuente: elaboración propia procedimiento correlación de Spearman

$$r_s = 1 - \frac{6(14)}{(4)^3 - 4} = 0.40$$

$$r_s = 0.40$$

$$\text{Tabla } 0.05 = 1.00$$

**Anexo No, 16.Tabla No.31. Base de datos de correlaciones brinza/exposición.**

<b>Exposición %</b>	<b>Brinza</b>	<b>Exposición %</b>	<b>Brinza</b>	<b>di (x,y)</b>	<b>di <sup>2</sup></b>
25	9	1	4	-3	9
25	3	2	2	0	0
25	2	3	1	2	4
25	8	4	3	1	1
<b>SUMATORIA</b>					<b>14</b>

$$rs = 1 - \frac{6(14)}{(4)^3 - 4} = 0.40$$

$$rs = 0.40$$

Tabla 0.05= 1.00

**Anexo No, 17.Tabla No. 32. Base de datos de correlaciones, brinjal/pendiente.**

No. Parcela	Categoría Brinjal (X)	Pendiente % (y)	Categoría Brinjal (X)	Pendiente % (y)	di ( X, Y)	di²
1	5	55	1	13	12	144
2	8	61	7	18	11	121
3	14	64	20.5	20.5	0	0
4	7	66	4.5	22	17.5	306.25
5	13	64	18	20.5	2.5	6.25
6	8	60	7	16.5	9.5	90.25
7	9	57	10	14.5	4.5	20.25
8	13	63	18	19	1	1
9	11	54	14.5	12	2.5	6.25
10	6	52	2.5	14.5	12	144
11	8	60	7	16.5	9.5	90.25
12	7	68	4.5	23	18.5	342.25
13	9	40	10	10	0	0
14	6	38	2.5	9	6.5	42.25
15	11	35	14.5	8	6.5	42.25
16	10	70	12.5	24	11.5	132.25
17	13	33	18	6.5	11.5	132.25
18	15	42	22.5	11	11.5	132.25
19	9	33	10	6.5	3.5	12.25
20	10	30	12.5	5	7.5	56.25
21	12	25	16	3	13	169
22	15	27	22.5	4	18.5	342.25
23	19	24	24	2	22	484
24	14	22	20.5	1	19.5	380.25
SUMATORIA						3,197

$$rs = 1 - \frac{6(3,197)}{(24)^3 - 24} = -0.39$$

$$rs = -0.39$$

Tabla 0.05= 0.344

**Anexo No, 18.Tabla No. 33. Base de datos de correlaciones, brinza/altitud.**

No. Parcela	Categoría Brinza (X)	Altitud (m) (y)	Categoría Brinza (X)	Altitud (m) (y)	di ( X, Y)	di²
1	5	2163	1	11	10	100
2	8	2199	7	18	11	132
3	14	2185	20.5	14	6.5	42.25
4	7	2118	4.5	3.5	1	1
5	13	2130	18	6	12	144
6	8	2084	7	1	6	36
7	9	2176	10	12	2	4
8	13	2154	18	10	8	64
9	11	2141	14.5	7	7.5	56.25
10	6	2110	2.5	2	0.5	0.25
11	8	2145	7	8	1	1
12	7	2118	4.5	3.5	1	1
13	9	2126	10	5	5	25
14	6	2190	2.5	15	12.5	456.25
15	11	2180	14.5	13	1.5	2.25
16	10	2152	12.5	9	3.5	12.25
17	13	2200	18	19	1	1
18	15	2210	22.5	22	0.5	0.25
19	9	2211	10	23	13	169
20	10	2198	12.5	17	4.5	20.25
21	12	2195	16	16	1	1
22	15	2205	22.5	20	2.5	6.25
23	19	2208	24	21	3	9
24	14	2212	20.5	24	3.5	12.25
SUMATORIA						1296.5

$$r_s = 1 - \frac{6(1,296.50)}{(24)^3 - 24} = 0.44$$

$$r_s = 0.44$$

$$\text{Tabla } 0.05 = 0.344$$

**Anexo No, 19. Tabla No. 34. Base de datos de correlaciones, fustal/exposición**

Exposición %	Fustal	Exposición %	Fustal	di (x,y)	di <sup>2</sup>
25	109	1	3	-2	4
25	100	2	2	0	0
25	132	3	4	-1	1
25	99	4	1	3	9
SUMATORIA					14

$$rs = 1 - \frac{6(14)}{(4)^3 - 4} = 0.40$$

$$rs = 0.40$$

Tabla 0.05= 1.00

**Anexo No, 20.Tabla No. 35. Base de datos de correlaciones, fustal-pendiente**

No. Parcela	Categoría Fustal (X)	Pendiente % (y)	Categoría Fustal (X)	Pendiente % (y)	di ( X, Y)	di²
1	12	55	3.5	13	9.5	90.25
2	26	61	23	18	5	25
3	18	64	14	20.5	6.5	42.25
4	11	66	2	22	20	400
5	23	64	21	20.5	0.5	0.25
6	10	60	1	16.5	15.5	240.25
7	17	57	11.5	14.5	3	9
8	21	63	19	19	0	0
9	13	54	6	12	6	36
10	16	52	9	14.5	5.5	30.25
11	13	60	6	16.5	10.5	110.25
12	17	68	11.5	23	11.5	132.25
13	15	40	8	10	2	4
14	12	38	3.5	9	3.7	13.69
15	13	35	6	8	2	4
16	25	70	22	24	2	4
17	17	33	11.5	6.5	5	25
18	21	42	19	11	8	64
19	30	33	24	6.5	17.5	306.25
20	20	30	24.5	5	19.5	380.25
21	21	25	19	3	16	25.6
22	17	27	11.5	4	7.5	56.25
23	20	24	24.5	2	22.5	506.25
24	19	22	15	1	14	196
SUMATORIA						3,133.23

$$rs = 1 - \frac{6(3,133.23)}{(24)^3 - 24} = -0.36$$

$$rs = -0.36$$

Tabla 0.05= 0.344



**Anexo No, 21. Tabla No.36. Base de datos de correlaciones, fustal-altitud**

No. Parcela	Categoría Fustal (X)	Altitud (m) (y)	Categoría Fustal (X)	Altitud (m) (y)	di ( X, Y)	di²
1	12	2163	3.5	11	7.5	56.25
2	26	2199	23	18	5	25
3	18	2185	14	14	0	0
4	11	2118	2	3.5	1.5	2.25
5	23	2130	21	6	15	225
6	10	2084	1	1	0	0
7	17	2176	11.5	12	0.5	0.25
8	21	2154	19	10	9	81
9	13	2141	6	7	1	1
10	16	2110	9	2	7	49
11	13	2145	6	8	2	4
12	17	2118	11.5	3.5	8	64
13	15	2126	8	5	3	9
14	12	2190	3.5	15	11.5	132.25
15	13	2180	6	13	7	49
16	25	2152	22	9	13	169
17	17	2200	11.5	19	7.5	56.25
18	21	2210	19	22	3	9
19	30	2211	24	23	1	1
20	20	2198	24.5	17	7.5	56.25
21	21	2195	19	16	3	9
22	17	2205	11.5	20	8.5	72.25
23	20	2208	24.5	21	3.5	12.25
24	19	2212	15	24	9	81
SUMATORIA						1,164

$$rs = 1 - \frac{6(1164)}{(24)^3 - 24} = 0.49$$

$$rs = 0.49$$

$$\text{Tabla } 0.05 = 0.344$$

Anexo No. 22: Tabla No. 37. Correlación de Spearman

$\alpha(2) :$	0.50	0.20	0.10	0.05
$\alpha(1) :$	0.25	0.10	0.05	0.025
n				
4	0.600	1.000	1.000	
5	0.500	0.800	0.900	1.000
6	0.371	0.657	0.829	0.886
7	0.321	0.571	0.714	0.786
8	0.310	0.524	0.643	0.738
9	0.267	0.483	0.600	0.700
10	0.248	0.455	0.564	0.648
11	0.236	0.427	0.536	0.618
12	0.217	0.406	0.503	0.587
13	0.209	0.385	0.484	0.560
14	0.200	0.367	0.464	0.538
15	0.189	0.354	0.446	0.521
16	0.182	0.341	0.429	0.503
17	0.176	0.328	0.414	0.485
18	0.170	0.317	0.401	0.472
19	0.165	0.309	0.391	0.460
20	0.161	0.299	0.380	0.447
21	0.156	0.292	0.370	0.435
22	0.152	0.284	0.361	0.425
23	0.148	0.278	0.353	0.415
24	0.144	0.271	0.344	0.406
25	0.142	0.265	0.337	0.398
26	0.138	0.259	0.331	0.390
27	0.136	0.255	0.324	0.382
28	0.133	0.250	0.317	0.375
29	0.130	0.245	0.312	0.368
30	0.128	0.240	0.306	0.362
31	0.126	0.236	0.301	0.356
32	0.124	0.232	0.296	0.350
33	0.121	0.229	0.291	0.345
34	0.120	0.225	0.287	0.340
35	0.118	0.222	0.283	0.335
36	0.116	0.219	0.279	0.330
37	0.114	0.216	0.275	0.325
38	0.113	0.212	0.271	0.321
39	0.111	0.210	0.267	0.317
40	0.110	0.207	0.264	0.313
41	0.108	0.204	0.261	0.309
42	0.107	0.202	0.257	0.305
43	0.105	0.199	0.254	0.301
44	0.104	0.197	0.251	0.298
45	0.103	0.194	0.248	0.294
46	0.102	0.192	0.246	0.291
47	0.101	0.190	0.243	0.288
48	0.100	0.188	0.240	0.285
49	0.098	0.186	0.238	0.282
50	0.097	0.184	0.235	0.279

Anexo No. 23 Figura No. 7. Mapa con coordenadas GTM del área de estudio del bosque comunal del municipio de Momostenango, Totonicapán.





## **Anexo 24: fotografías en el área de investigación**

**Figura No. 8. Bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango**



Fuente: elaboración propia bosque comunal de Cakbachuy, Momostenango, septiembre del 2017

**Figura No. 9. Medición de alturas de los árboles**



Fuente: elaboracion propia, levantamiento de parvelas septiembre del 2017

**Figura No. 10. Medición de diámetros para la investigación**



Fuente: elaboracion propia, medición de diametro,  
DAP. septiembre del 2017

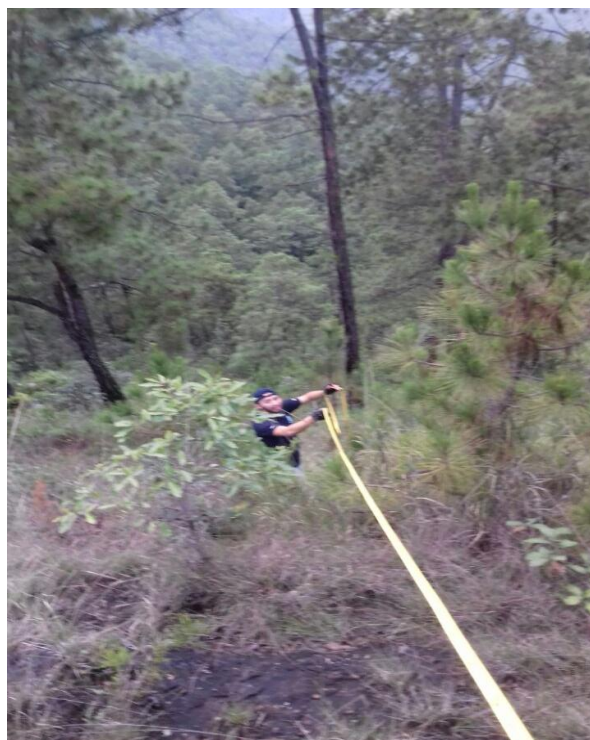
**Figura No.11 Ejecutando el levantamiento de las parcelas de la investigación**



Fuente: elaboracion propia, medición de las  
parcelas . septiembre del 2017



**Figura No.12 Delimitando el área de las parcelas de la investigación**



Fuente: elaboracion propia, medición de las parcelas .  
septiembre del 2017

**Figura No.13 Contabilizando plántulas para el inventario forestal**



Fuente: elaboracion propia, medición de la categoria plantula .  
septiembre del 2017

## Capítulo V

### 5.1 Nombre de la guía

**Guía técnica para el manejo silvícola forestal de aclareos y podas en regeneración natural de coníferas.**



**Fuente: elaboración propia bosque comunal de Momostenango. Septiembre del año 2017**

## 5.2 Introducción

La regeneración natural es un recurso natural importante para la vida en el planeta ya que brindan muchos beneficios. Seguramente la madera es uno de los primeros beneficios, si se realiza una lista de todo lo que se recibe de la regeneración natural. Pero además de esto, los bosques son una fuente de muchos beneficios tal como: captación de agua potable, retención de suelos para evitar la erosión, absorción del dióxido de carbono, espacios para la recreación entre otros, sin embargo para poder sustentar los bosques es necesaria la redacción de una guía para el manejo silvícola de la regeneración natural.

La Silvicultura se enfoca en cuidar y proteger los bosques mediante las técnicas de manejo de regeneración natural, la utilización del manejo silvícola de aclareos y podas, permiten conservar e incrementar los recursos forestales del bosque comunal de Cakbachuy, ubicado en el municipio de Momostenango, Totonicapán.

Tomando como referencia países, como Finlandia, Francia y Alemania han logrado obtener un balance de estos beneficios a través de las técnicas de manejo silvícolas, utilizados en la regeneración natural de sus bosques y los trabajos de reforestación, así como la aplicación adecuada.

En Guatemala se pierden cada año miles de hectáreas de bosques de coníferas por cambios de uso del suelo, incendios forestales, tala ilegal y el ataque de plagas en específico el gorgojo en bosques de coníferas, de la especie pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede). Tal situación a originando grandes pérdidas de regeneración naturales en su extensión y abundancia.

Como consecuencia de lo anterior, se realizó esta guía técnica para el manejo silvícola de aclareos y podas de regeneración natural, la cual se proporcionará a la oficina de Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) y alcaldes comunitarios del municipio de Momostenango para su utilización en la regeneración natural del bosque comunal de Cakbachuy.



## **5.3 Objetivos**

### **5.3.1 Objetivo General**

- Elaborar una guía silvícola sobre aclareos y podas en regeneración natural, para el manejo del bosque comunal del municipio de Momostenango, Totonicapán.

### **5.3.2 Objetivos Específicos**

- Establecer una guía de información concreta que sirva como aporte para el manejo silvícola bosque comunal.
- Promover la participación activa de las autoridades comunitarias por medio de la guía técnica para el manejo silvícola de regeneración natural del bosque comunal de Cakbachuy.
- Sensibilizar a la población por medio de módulos de capacitación a cargo de la oficina municipal, Unidad de Gestión Ambiental Municipal y alcaldes comunales con base a la guía técnica proporcionada.
- Difundir las técnicas de los aclareos y podas silvícolas, con el propósito de fomentar la aplicación de este tipo de prácticas silvícolas.

## **5.4 Marco de referencia**

La propuesta de la guía técnica silvícola para el manejo de regeneración natural va dirigida a la población en general como para las autoridades encargadas de velar por el bosque comunal tales como oficina municipal: Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) y Alcaldes comunales, para poder darle un manejo adecuado al bosque contribuyendo al cuidado del medio natural. Esta guía se utilizará en el área de cobertura del bosque comunal de Cakbachuy ubicado en el Barrio Santa Ana municipio de Momostenango. Esto con la finalidad de que la guía se implemente y pueda ser trabajado específicamente en los grupos identificados y organizados.

### **5.4.1 Localización Política de Momostenango**

El bosque comunal Cakbachuy, se ubica al noreste del municipio de Momostenango departamento de Totonicapán, y este a su vez pertenece a la Región VI. Situada en el altiplano sur occidental de Guatemala, a una altura de 2,210 msnm. Cuenta con un área de 100 ha, con latitud norte de 1665746 y una longitud oeste de 402182 dista a 40 kilómetros de la cabecera departamental y a 211 kilómetros de la ciudad capital, por carretera asfaltada.

### **5.4.2 Limites**

Al norte, con San Carlos Sija (Quetzaltenango), San Bartolo, Aguas Calientes y Santa Lucía La Reforma (Totonicapán); Al sur, con los municipios de Totonicapán y San Francisco El Alto; Al oriente, con San Antonio Ilotenango (El Quiché), Santa Lucía La Reforma y Santa María Chiquimula (Totonicapán); Al occidente, con los municipios de Cabricán y San Carlos Sija en el departamento de (Quetzaltenango).

### **5.4.3 Vías de acceso**

Para llegar Momostenango se utiliza la carretera Interamericana CA-1 se puede acceder por tres vías: la primera está ubicada en el lugar denominado el entronque, en San Francisco El Alto, allí se ingresa a la carretera departamental CD-2, en ella se deben recorrer 17 km para llegar a Momostenango. La segunda vía de acceso está ubicada en el km 203 conocido como el Rancho de Teja (San Francisco El Alto), el cual está a una distancia de 12 km del municipio y la tercera está localizada

en la aldea Santa Ana y dista de 14 km, se ingresa por el Paraje de Pologuá, Aldea San Antonio Pasajoc, Momostenango; es oportuno indicar que la primera vía está asfaltada no así las restantes; dichas carreteras son transitables todo el año son carretera de terracería.

#### 5.4.4 Extensión territorial

Momostenango pertenece a la llamada región VI Sur Occidente. Tiene una extensión territorial de 305 km<sup>2</sup>, es el municipio que ocupa el segundo lugar en extensión territorial con el 29% del total de ocho municipios que integran el departamento de Totonicapán.

#### 5.4.5 Zona de vida

##### 5.4.5.1 Bosque húmedo montano subtropical

El patrón de lluvias varía entre 1,057 mm y 1,588 mm, con un promedio de 1,344 mm de precipitación anual. Las biotemperaturas van de 16°C a 26°C. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75 mm.

Su topografía en general es plana y está dedicada a cultivos agrícolas. Sin embargo, las áreas accidentadas están cubiertas por vegetación. La elevación varía entre 1,500 y 2,400 msnm.

La vegetación natural, que es típica de la parte central del altiplano, está representada por rodales de (*Quercus spp*), asociados generalmente con (*Pinus pseudostrobus*) y (*Pinus montezumae*), (*Alnus jorullensis*), (*Arbutus xalapensis*). El uso apropiado para esta zona es fitocultural forestal, pues los terrenos llanos pueden utilizarse para la producción de maíz, frijol y frutales de zonas templadas como: durazno, pera, manzana, aguacate y otros (De la Cruz, 1981).

##### 5.4.5.2 Topografía y vegetación

Los terrenos correspondientes son de relieve muy escarpado a ondulado y ligeramente inclinado, pero en general se puede describir como accidentado, ya que los relieves planos son muy reducidos. La elevación varía entre 2,770 y 3,300 msnm. La vegetación natural está constituida por Coníferas pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede).

## **5.5 Marco teórico**

### **5.5.1 Pre aclareo**

Es una técnica que sirve para distribuir correctamente la población de árboles en los terrenos. Se realiza cuando hay árboles que crecen al mismo tiempo y su diámetro es menor a 10 centímetros, pero que se encuentran muy juntos; uno de ellos, o varios, pueden haber crecido mal, deformes o con mal desarrollo, por lo que son seleccionados para cortarse o extraerse y dejar que los árboles más sanos o con mejor desarrollo se logren y se extraiga la mejor madera. (Smith. Et, al.1997. pág. 6).

### **5.5.2 Aclareos**

Es una técnica muy parecida al pre aclareo, pero se realiza después y cuando los árboles son mayores, de mayor diámetro (de 10 a 50 centímetros). Sirve para continuar con la distribución y mejoramiento de la población de árboles, iniciadas con el pre aclareos.

Al principio, los árboles tienen espacio suficiente para crecer. Pero, con el tiempo, sus copas crecen, se hacen más anchas y cierran el paso a la luz; entonces, comienza una competencia muy fuerte entre los árboles, por los nutrientes, agua y luz. Los árboles más fuertes y mejor desarrollados son los que ganan estos recursos; los otros árboles no logran un buen desarrollo, y por lo tanto, no muestran el vigor y la fortaleza de los dominantes (Márquez. 2010. pág. 7).

### **5.5.3 Tipos de aclareos**

Hay varios tipos de aclareos según la clase de arbolado sobre el que se realizan y el objetivo específico de la producción silvícola. En esta ocasión solamente mencionaremos los tipos principales:

#### **5.5.3.1 Aclareo por lo bajo**

Las cortas están dirigidas empezando por los árboles muertos por supresión, los dominados, decadentes y enfermos, después los codominantes defectuosos y los peor conformados de los dominantes. Aplican este tipo de aclareo cuando se

tiene el objetivo de producir madera aserrada comercial, cortos aserrados y caja de empaque.

#### **5.5.3.2 Aclareo por lo alto**

Las cortas se aplican sobre los árboles codominantes y dominantes mal conformados y alargados, ya que su objetivo es la producción de postes para transmisión eléctrica o telefónica.

#### **5.5.3.3 Aclareo selectivo**

Se selecciona un determinado número óptimo de árboles bien conformados a dejar en pie para cortas posteriores, señalándolos de preferencia con una marca de pintura y las cortas se aplican sobre el resto del arbolado empezando por el más mal conformado.

#### **5.5.3.4 Aclareo mecánico**

Se realizan las cortas prefijando un cierto espaciamiento de acuerdo al sistema de extracción de la trocería y sin considerar las diversas clases silvícolas del arbolado como son dominantes, codominantes y dominados. Esta operación se hace por razones de simplicidad y considerando que el mismo operario de la motosierra es el que va señalando los árboles a derribar. Este tipo de aclareo se lleva a cabo cuando el objetivo principal es la producción de material celulósico (Fernández y Almora, 1989, p.7).

### **5.5.4 Grados de aclareo que se reconocen**

El grado o intensidad con que se realizan los aclareos varía con la especie, el índice de tolerancia a la sombra de las especies, la calidad de sitio; así como la edad y la conformación deseada del arbolado. Se distinguen básicamente tres grados de aclareo y en el caso de las coníferas, las intensidades de los aclareos son las siguientes:

#### **5.5.4.1 Aclareo ligero (Grado-B)**

Se cortan los árboles muertos, los enfermos, los decadentes, los doblados, los suprimidos y algunos de los intermedios. La intensidad de corta en número de árboles varía del 20-30 % y entre el 12- 16 % en área basal y volumen de la masa.

Este grado de aclareo se aplica generalmente en masas muy jóvenes en edad de vardascal o latizal, (8-12 años de edad y 8-12 cm de diámetro, según la calidad de sitio).

#### **5.5.4.2 Aclareo moderado (Grado-C)**

Se cortan los árboles mencionados en el Grado-B y además los intermedios, la mayoría de los codominantes defectuosos y los peor conformados de los dominantes. La intensidad de corta en área basal o volumen varía entre el 18-25 % y se aplica en masas en edad de latizal a joven fustal (12-18 años de edad y 20-30 cm de diámetro, según la calidad de sitio).

#### **5.5.4.3 Aclareo extensivo (Grado-D-)**

Se cortan las clases de árboles mencionados en el Grado-C y además el resto de los codominantes mal conformados y varios de los codominantes bien conformados, los dominantes defectuosos. La intensidad de corta en volumen varía del 25-35 % y se aplica en masas en edad de joven a medio fustal (18-30 años de edad y 30-45 cm) y (Geilfus F., 1994. p. 778).

#### **5.5.5 Poda**

La poda silvícola es la caída natural o remoción inducida de parte del ramaje de los árboles. La poda puede ser natural debido a la falta de luz, viento, enfermedad o bien puede ser artificial, la cual se hace con el objeto de mejorar la conformación del árbol y la calidad de la madera.

A diferencia de la poda en árboles frutales, donde esta operación se hace para inducir la floración y facilitar la cosecha de los frutos o la poda en árboles ornamentales, donde se realiza con el objeto de evitar daños a las líneas de transmisión eléctrica, telefónica y edificios o con el propósito de mejorar la arquitectura del paisaje urbano y la poda en Árboles de Navidad donde se hace para dar una mejor conformación al follaje, específicamente del pinabete (***Abies guatemalensis*** Redher), la poda en árboles forestales se hace con el objeto de mejorar la conformación del fuste e incrementar la calidad de la madera.

La poda forestal como práctica silvicultural tiene como finalidad producir madera limpia, es decir, libre de nudos, y con ello obtener productos de aserrío de mejor calidad, se debe de controlar desde la regeneración natural para garantizar bosques de madera limpia y con un desarrollo óptimo.

Mientras se mantienen las ramas bajas en los árboles, la madera tiende a producir nudos grandes y estos son uno de los defectos más comunes que disminuyen la calidad, así como el valor de la madera en donde lo que se quiere es arboles de buena calidad, con esta técnica se logra eliminar los nudos.

Los fustes limpios, producto de una adecuada aplicación de podas, llegan a producir de 2 a 4 trozas, donde se pueden obtener productos, que de acuerdo a la Clasificación Internacional de la Madera de Aserrío, cumplan con las normas de calidad, por ejemplo: la madera de calidad triplay y selecta, así como la de primera, aceptan productos con uno o dos nudos (vivos) por tabla, siempre y cuando, estos nudos no se aflojen y puedan caerse, como lo explica los técnicos forestales (García M.J,1996, p.14).

#### **5.5.5.1 Cuándo debe evitarse la poda**

No es conveniente realizar la poda en árboles de especies muy susceptibles al ataque de plagas o enfermedades, por ejemplo el gorgojo del pino (*Dendroctonus adjunctus*); porque se facilita el acceso de las mismas y aumenta el riesgo de su propagación; a menos que se traten las heridas con algún funguicida o se esté preparado para fumigar en caso de que se presente alguna plaga o enfermedad. Tampoco hay que aplicar la poda cuando no se tenga la herramienta adecuada, por el riesgo que hay de efectuar cortes mayores de los estrictamente necesarios.

La poda en plantaciones de coníferas no debe aplicarse en arbolado muy joven de menos de 4-6 años, según la especie y la calidad de estación, cuando aún no han comenzado a caerse las primeras ramas y donde todavía no se puede diferenciar el arbolado en sus diversas clases silvícolas, (dominantes, codominantes y dominados), ya que no tendría caso podar arbolitos dominados o decadentes que se van a cortar en los primeros aclareos, porque el beneficio a obtener a corto plazo

no pagaría el costo de la poda. Además, la poda muy temprana puede ocasionar una disminución del crecimiento en altura.

Es necesario tener en cuenta que la poda es una de las operaciones más costosas de los tratamientos silvícolas y por lo mismo sólo se justifica desde el punto de vista económico, al menos que el objetivo principal de la producción sea el de obtener trocería para madera aserrada o chapa para triplay. Por lo mismo, no tiene caso podar cuando el objetivo principal sea el de obtener postes, morillos o material celulósico (Geilfus F. 1994, p.778).

#### **5.5.5.2 Métodos hay para definir la intensidad de la poda**

El primer método consiste en fijar una cierta proporción de la altura de la copa viva a podar, ya sea un cuarto (25%), un tercio (33%) o un medio (50%) de dicha altura y después aplicar la poda.

En el segundo método hay que considerar las alturas de la primera troza comercial, ya sea de 8, 12 o 16 pies, arriba de la altura del tocón, o sea 2.80, 3.70 y 5.20 m. del fuste desde la base del árbol en el objeto de realizar la poda gradualmente en 2-3 intervenciones, empezando por las ramas más bajas, según vaya alcanzando el árbol la altura de 7, 9 y 11 m (García M.J, 1995, p.111-142).



## 5.6 Marco Legal

La propuesta de la guía técnica silvícola para la regeneración natural en bosque natural, se encuentra constituida por la ley forestal de Guatemala, ley de PROBOSQUE de Guatemala y la constitución política de la República de Guatemala.

En donde decretan la conservación, proyección y manejo del bosque y el medio ambiente, para tales efectos estipula que el Gobierno Nacional, las Municipalidades y ciudadanos deben desarrollar políticas para mejorar y preservar el medio ambiente.

Por lo que es necesario el manejo del bosque con técnicas silvícolas forestales para la protección y cuidado de la regeneración natural de los bosques del país.

### 5.6.1 5.6.1 Constitución Política de la República de Guatemala. Art. 97-1993.17 de noviembre de 1993. (Guatemala).

La Constitución política de Guatemala declara en el acuerdo legislativo No 18-93.

Que el estado y Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.

La norma constitucional estipula tres actores responsables y obligados de propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, ellos son: El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional. Para darle cumplimiento a la norma constitucional en referencia se promulgo: “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”, “Ley Forestal”, “Ley de Minería”, “Ley del Consejo Nacional y de Áreas Protegidas”, “Ley de Caza”, “Código de Salud”, “Código Municipal”, “Código Penal”.

**Constitución Política de la República de Guatemala. Art. 64. De fecha 17 de noviembre de 1993. (Guatemala).**

Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación. El estado fomentara la creación de parques nacionales, reserva y refugios naturales. Los cuales son inalienables. Una ley garantizara su protección y la de la flora y fauna que en ellos exista.

**5.6.5 Decreto número 68-1993, del Congreso de la República de Guatemala de la Ley mejoramiento del medio ambiente. 17 de noviembre de 1993.**

Son objetivos específicos de la ley: inciso b, la prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que originen el deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes; y el inciso c, Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la ocupación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.

Lo que pretende la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente es conservar los patrimonios naturales y así poder tener un desarrollo social y económico, es importante que se aplique esta ley.

**Decreto número 110-96, del Congreso de la República de Guatemala Ley de áreas protegidas. 12 de diciembre de 1996.**

La ley de áreas protegidas y del congreso de la república de Guatemala declara en el capítulo uno de la conformación de las áreas protegidas que: Son áreas protegidas, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significación para su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua, de las cuencas críticas de los ríos, de las

zonas protectoras de los suelos agrícolas, a fin de mantener opciones de desarrollo sostenible.

**Decreto número 101-96, del Congreso de la República de Guatemala. Ley manejo forestal. 12 de diciembre de 1996.**

En la que se declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y conservación e los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y su manejo sostenible, mediante el cumplimiento de algunos objetivos como: “Incrementar la productividad de los bosques existentes, sometiéndolos a manejo racional y sostenido de acuerdo a su potencial biológico y económico, “Conservar los ecosistemas forestales del país, a través del desarrollo de programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva”.

**Decreto número 101-96, del Congreso de la República de Guatemala. Ley desarrollo forestal y Planes de manejo. 04 de diciembre de 1996.**

Es un programa de acciones desarrolladas técnicamente, que conducen a la ordenación silvicultural, de un bosque, con valor de mercado o no, asegurando la conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales.

El manejo forestal en Guatemala, ha sido una intención que se ha planteado en las diferentes legislaciones con las que el país ha contado, sin embargo, los resultados obtenidos han sido reducidos, principalmente por falta de objetivos de largo plazo concretamente definidos, además de la falta de claridad conceptual del manejo forestal como base de una adecuada ordenación forestal, falta de políticas estatales de desarrollo coherentes que apoyaran el uso adecuado de los recursos naturales, entre las principales.

**Decreto número 2-2015 del Congreso de la República de Guatemala. Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala. 17 de marzo 2015.**

El Congreso de la República, Ley de fomento al establecimiento, Recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala, declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación del país y la

conservación de los bosques y establece como obligación del Estado, adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma efectiva; para dar cumplimiento a esa disposición Constitucional PROBOSQUE, establece que la aplicación de la presente Ley está bajo la competencia del Instituto Nacional de Bosques.

**Decreto número 52-2005 del Congreso de la República de Guatemala. Ley forestal especificaciones de manejo forestal y regeneración natural.06 de diciembre de 2005.**

La ley forestal decreta en la resolución No. 01.43.2005 el manejo forestal deberá contemplar las cuatro etapas:

- a) Planificación:** Que incluye la elaboración del inventario, Plan de Manejo Forestal y planes operativos;
- b) Aprovechamiento:** Que incluye, la localización de la extensión a aprovechar, la planeación de la infraestructura necesaria para el aprovechamiento, el transporte y consideraciones acerca de la tala;
- c) Silvicultura:** Que incluye, la determinación de los sistemas de regeneración del bosque y el tipo y secuencia de tratamientos silviculturales a aplicar a fin de favorecer el máximo rendimiento.
- d) Protección:** Que incluye, todas las medidas necesarias para eliminar o reducir el riesgo e implementar el control del ataque de plagas y enfermedades, incendios forestales, talas ilícitas, y otros aspectos que atenten contra el manejo forestal sostenible.

La regeneración del bosque, con miras a mantener una cobertura forestal altamente productiva en las tierras forestales, podrá basarse en una o la combinación de las actividades siguientes:

Por otro lado, la regeneración del bosque, con miras a mantener una cobertura altamente productiva en las tierras forestales, podrá basarse en una o la combinación de las actividades siguientes:

- a) Regeneración natural:** Establecida a través de la semilla proveniente de árboles semilleros, del banco de semillas del suelo, del manejo de rebrotes de especies deseables o de la combinación de estos.

- b) Regeneración artificial:** Que puede ser establecida por la dispersión dirigida de semillas, establecimiento de plantaciones puras, plantaciones de enriquecimiento, sistemas agroforestales u otra práctica que sea promisoría en el sitio a regenerar.

**5.6.11 Acuerdo Gubernativo del Reglamento Orgánico interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 186-01. Diario de Centro América. (2001).**

En el artículo 9 inciso j, Incluir en todos los esquemas la plena participación de las mujeres en los procesos de formulación de políticas, estrategias y programa ambientales, garantizando su pleno acceso y beneficios por el uso y manejo del ambiente y los recursos naturales.

Por medio de las bases legales se sustenta la investigación como también ayuda a explicar los objetivos de la investigación, se determina que dicha investigación de regeneración natural es de interés para el estado de Guatemala, en especial al departamento de Totonicapán por poseer grandes extensiones de recursos naturales.

## **5.7 Metodología**

La metodología a utilizar en la propuesta es la siguiente

### **5.7.1 Métodos**

#### **5.7.1.1 Reconocimiento y delimitación del área de estudio**

Se llevará a cabo recorridos con autoridades comunales y técnico de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM), para determinar el área definidas para la ejecución de la presente guía de silvicultura de aclareo y podas en beneficio de la regeneración natural de Pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), en la cual se delimitará el bosque comunal de Momostenango situado al Noreste del municipio con una extensión de 100 hectárea de bosque. (2,289 cuerdas).

#### **5.7.1.2 Método constructivista**

Es un método basado en la teoría y construcción de conocimientos, es por ello, que se utilizará en los procedimientos para esta guía, para que sea comprendido por cualquier técnico o persona en la cual vaya adquiriendo conocimientos en el manejo de regeneración natural del bosque natural, el cual permitirá construir sus propios procedimientos para resolver la problemática, lo que implica que sus ideas se modifiquen y sigan aprendiendo en beneficio de los bosques naturales.

#### **5.7.1.3 Método participativo**

A través de este método se busca que las autoridades comunales y personeros municipales puedan tener un aprendizaje activo, creativo y en beneficio de la regeneración natural ya que si trabajan colectivamente cada uno va dando sus aportes necesarios y de esa manera se logrará tener mejores resultados en el manejo de técnicas silvícolas.

### **5.7.2 Técnicas**

#### **5.7.2.1 Observación participativa**

Esta técnica consiste en que los técnicos forestales apoyen el proceso que realizarán los miembros o encargados para observar y ser partícipes de las

actividades que realizarán para darle el manejo adecuado de aclareos y podas, ya que si se cuenta con la participación de varios entes se tendrá mejores resultados que es lo que se requiere al utilizar esta técnica.

### **5.7.2.2 Técnica de demostración**

Es una técnica deductiva que fortalecerá el trabajo que realizarán los encargados como participantes en cuanto al manejo silvícola adecuada para realizar los aclareos y podas de la regeneración natural, específicamente del pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), ya que se pretende llevar a la práctica lo que la guía se menciona realizando acciones que contribuyan al desarrollo y conservación del bosque comunal.

## **5.7.3 Herramientas**

### **5.7.3.1 Planificación de las actividades a realizar**

Es adecuado que para la realización de cualquier actividad se pueda organizar y planificar los procesos a realizar, esto servirá para que se logren alcanzar las metas establecidas de un principio, de las actividades silvícolas.

### **5.7.3.2 Lista de cotejo**

Es una herramienta que ayudará a evaluar el cambio del bosque comunal en cuanto al manejo de las técnicas silvícolas de aclareo y podas de la regeneración natural.

### **5.7.3.3 Libreta de campo**

Consiste en llevar una libreta de apuntes las cuales se anotarán todas las observaciones posibles en cuanto a la socialización o aplicación de la guía de técnicas silvícolas, ya que después se analizará los logros alcanzados de la actividad realizada con las personas o entidades que participaron.

### **5.7.3.4 Control de participación**

Servirá para llevar un control con las entidades municipales y autoridades comunales a quienes se les proporcionará la guía y de la misma manera poder contar con evidencias que respalden el trabajo de campo realizado con las personas que ocupan cargos en beneficio del bosque comunal.

## 5.8 Recursos

Los recursos a utilizar son los siguientes:

### 5.8.1 Talento humano

**Tabla No.41 Talento humano**

<b>participantes</b>	<b>Cantidad</b>
Técnicos de la UGAM	3
Alcaldes comunales	32

Fuente: elaboración propia, registro de talento humano. Septiembre del año 2017

### 5.8.2 Físicos

**Tabla No.42. Recursos Físicos**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Computadora	1
Impresora	1
USB	1
Cámara	1
resmas	5

Fuente: elaboración propia, registro de talento humano. Septiembre del año 2017

### 5.8.3 Financieros

El financiamiento de la propuesta esta sufragado por el tesista. (Véase anexo, Tabla No.27, p.141)

## 5.9 Guía técnica para el manejo sevicula forestal de aclareos y podas en regeneración natural



# GUÍA

## TÉCNICA PARA EL MANEJO SILVÍCOLA FORESTAL

DE ACLAREOS Y PODAS EN REGENERACIÓN NATURAL

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE  
**GUATEMALA**  
CENTRO UNIVERSITARIO DE  
**TOTONICAPÁN**  
INGENIERIA FORESTAL





Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Totonicapán  
Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado  
Ingeniería forestal

**Elaboración: Tesista**

Josué Ismael Vásquez Talé

**Asesor:**

M. Sc. Ing For. Armando Enrique Batz Batz

Totonicapán, Guatemala, año 2018  
Primera adición Totonicapán, Guatemala, año 2018



## ÍNDICE

Introducción .....	i
Justificación.....	ii

### PRIMERA PARTE

1. Aclareos .....	1
<b>1.1. Procedimiento para establecer un manejo silvícola.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1. Reconocimiento del área.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2. Delimitación del área.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.3. Realizar un polígono.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.4. Aplicación de las técnicas.....</b>	<b>3</b>
2. Tipos y técnicas de aclareos .....	4
2.1. Cuáles son los tipos de aclareos.....	4
2.1.1. Aclareo por lo bajo .....	5
2.1.2. Aclareo por lo alto .....	5
2.1.3. Aclareo selectivo.....	6
2.1.4. Aclareo mecánico .....	6
3. Cuántos grados de aclareo se reconocen .....	7
3.1. Grado -b- (aclareo ligero) .....	7
3.2. Grado-c- (aclareo moderado) .....	8
3.3. Grado-d- (aclareo extensivo).....	9
4. Ejemplo de cortas de aclareo .....	9



## SEGUNDA PARTE

1. Podas .....	12
2. Tipos y técnicas de las podas silvícolas .....	12
2.1. ¿Cuál es el objeto de la poda silvícola? .....	12
2.2. Poda en árboles frutales .....	13
2.3. Poda en árboles ornamentales .....	13
2.4. Poda en árboles forestales .....	14
3. Por qué es necesario podar .....	14
4. Cuándo debe evitarse la poda .....	14
5. Cuándo es conveniente realizar la poda .....	15
6. Cuántos métodos hay para definir la intensidad de la poda .....	16
7.Cuál es la técnica adecuada para aplicar las podas .....	16
8. Cómo hacer el corte de las ramas .....	17
9. Qué equipo se utiliza para aclareos y podas .....	19
<b>10 Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>20</b>



## Introducción

Un aspecto importante en la aplicación de la silvicultura, lo constituyen las técnicas y procedimientos que comúnmente son empleados para tratar de propiciar incrementos en el volumen de los árboles y una mejor conformación de la regeneración natural.

Se determinó realizar una guía Técnica, con el propósito de difundir las técnicas sobre aclareos y podas, que pueden aplicar los productores silvícolas como parte fundamental del manejo sustentable de los recursos forestales.

Las técnicas de aclareos por lo general, se realizan en bosque que tienen regeneración natural con el propósito de mejorar la composición de las masas boscosas y redistribuir el incremento en los mejores árboles, mientras que las podas silvícolas tienen como fundamento mejorar la conformación de los árboles y la calidad de la madera a través de la remoción de exceso de ramas en el tramo del fuste de los árboles.

La creación de la guía está dirigido, principalmente, a técnicos de la oficina municipal, Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) y Alcaldes comunales, con el objetivo de propiciar la correcta aplicación de las técnicas silviculturales de aclareos y podas, ya que por la creciente demanda de aplicación de estos tipos de tratamiento, regeneración natural de bosque, es necesario que se aprenda a utilizar adecuadamente su ejecución.

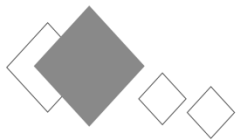


Existen grandes problemas de regeneración natural del bosque en donde no se tiene claras las técnicas silvícolas que se deben de utilizar para mejorar su desarrollo y protección, por la cual se tiene la necesidad de reforzar el conocimiento del manejo de los bosques naturales con respecto a las técnicas silvícolas según corresponda.

El conocimiento de manejo del bosque natural debe estar orientado en aplicación de técnicas silvícolas en beneficio de la regeneración natural por ende la guía aborda las técnicas forestales de aclareos y podas.

El aclareo es una intervención directa al bosque que libera espacio de crecimiento al eliminar ciertos árboles, esto brinda a los arboles restantes un desarrollo apropiado y una adecuada ordenación del bosque. La poda evita la formación de nudos muertos y reduce la concentración de nudos vivos, la cual mejora la calidad de regeneración natural del bosque.

Por tal razón se justifica la creación de esta guía silvícola, ya que es fundamental en tres aspectos principales. La creciente necesidad de conservación de la regeneración natural del municipio de Momostenango y en especial de la especie de pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede), por los beneficios que brinda tanto ambiental y social. La necesidad de generar información técnica que apoye la toma de decisiones respecto al manejo de la regeneración natural. Es por ello que se considera de beneficio esta guía técnica silvícola de aclareos y podas.



## PRIMERA PARTE

### 1. ACLAREOS

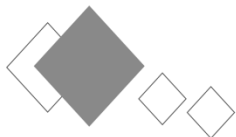
Es una técnica muy parecida al pre aclareo, pero se realiza después y cuando los árboles son mayores, de mayor diámetro (de 10 a 50 centímetros). Sirve para continuar con la distribución y mejoramiento de la población de árboles.

Al principio, los árboles tienen espacio suficiente para crecer. Pero, con el tiempo, sus copas crecen, se hacen más anchas y cierran el paso a la luz; entonces, comienza una competencia muy fuerte entre los árboles, por los nutrientes, agua y luz. Los árboles más fuertes y mejor desarrollados son los que ganan estos recursos; los otros árboles no logran un buen desarrollo (Márquez. 2010. p. 7).



Fuente: elaboración propia bosque comunal, septiembre del 2017 .





## 1.1. PROCEDIMIENTO PARA ESTABLECER UN MANEJO SILVÍCOLA FORESTAL

### 1.1.1. Reconocimiento del área (Bosque)

**PASO UNO:** esto se realiza para conocer el estado de la regeneración natural y analizar las posibles técnicas silvícolas



Fuente: elaboración propia, bosque comunal del municipio de Momostenango, septiembre, 2017.

### 1.1.2. Delimitación del área

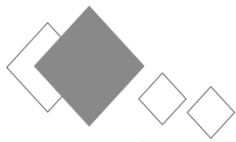
**PASO DOS:** este paso es importante para tener definido el personal para realizar los trabajos.



Fuente: elaboración propia, bosque comunal del municipio de Momostenango, septiembre, 2017

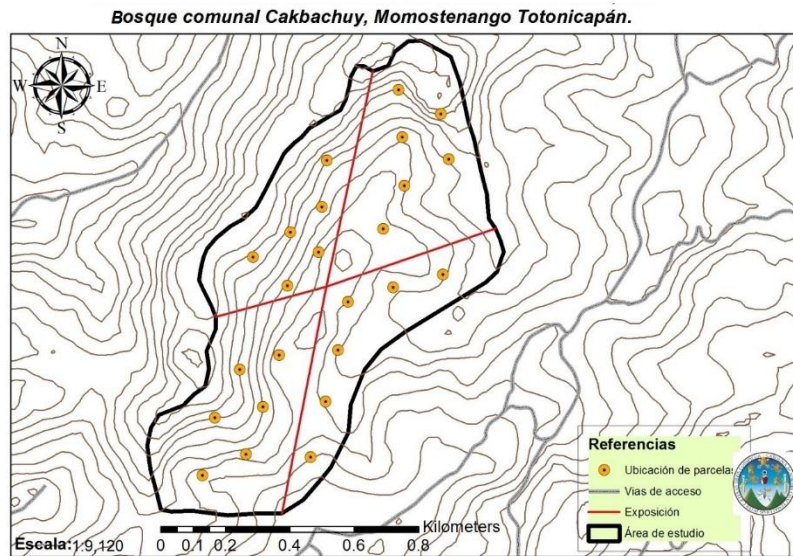






### 1.1.3. Realizar un polígono

**PASO TRES:** poseer un mapa y tener las coordenadas del bosque es importante para determinar en donde se aplicara dicha técnica silvícola.



Fuente: elaboración propia, área de intervención de Momostenango, septiembre, 2017

### 1.1.4. Aplicación de las técnicas silvícola

**PASO CUATRO:** dependiendo de las necesidades de cada área del bosque se debe de aplicar las técnicas de aclareo y podas

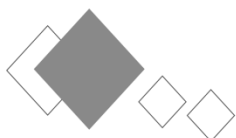


Fuente: línea sitio web, septiembre, 2017



Fuente: línea sitio web, septiembre, 2017





## 2. TIPOS Y TÉCNICAS DE ACLAREOS

### 2.1. CUÁLES SON LOS TIPOS DE ACLAREOS

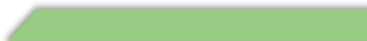
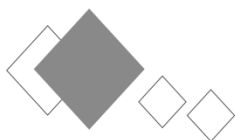
Hay varios tipos de aclareos según la clase de arbolado sobre el que se realizan y el objetivo específico de la producción silvícola. En esta ocasión solamente mencionaremos los tipos principales:

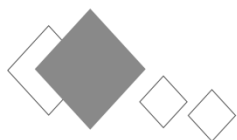
A continuación se resumen los tipos de aclareos que se realizan regeneración natural.

- Aclareo por lo bajo: esto consiste en brindarle manejo silvícola cortando a una intensidad de 10%. la categoría latizal son aquellos que tienen un diámetro 5cm a 10 cm. la regeneración natural necesita estas técnicas forestales, para evitar competencia de luz solar, agua y nutrientes, aportando así a su desarrollo adecuado.
- Aclareo por lo alto: este tipo de aclareo se refiere a los árboles fustales con una altura de 15 metros en adelante y diámetro de 20 cm a 40 cm, esta técnica silvícola permite a que se pueden desarrollar las otras categorías tales como: plántulas, brinzal y latizal de la regeneración natural.
- Aclareo selectivo: se debe de seleccionar a los árboles que están en mal estado o que tiene alguna enfermedad o plaga, esto se realiza para proporcionarle espacio a la categoría de latizal para su crecimiento y desarrollo.
- Aclareo selectivo: la regeneración natural no es homogéneo por la cual este tipo de aclareo se aplica en las categorías de: brinzal, latizal y fustal con el fin de que el bosque sea renovable naturalmente.

Así como se detalla a continuación.







### 2.1.1. ACLAREO POR LO BAJO



Fuente: elaboración propia, septiembre, 2017

Las cortas están dirigidas empezando por los árboles muertos por supresión, los dominados, decadentes y enfermos, después los codominantes defectuosos y los peor conformados de los dominantes. Aplican este tipo de aclareo cuando se tiene el objetivo de producir madera aserrada comercial, cortos aserrados y caja de empaque.

### 2. 1. 2. ACLAREO POR LO ALTO

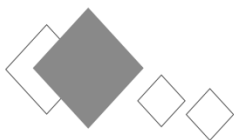
Las cortas se aplican sobre los árboles dominantes y dominantes mal conformados y alargados, ya que su objetivo es la producción de árboles altos que logren desarrollarse sin ninguna limitante, en regeneración natural es lo que se quiere por la cual se aplica este tipo de aclareo



Fuente: Propia, bosque comunal del municipio de Momostenango. 2017







### 2.1.3. ACLAREO SELECTIVO



Fuente: elaboración propia, bosque comunal de, septiembre, 2017

Se selecciona un determinado número óptimo de árboles bien conformados a dejar en pie para cortas posteriores, señalándolos de preferencia con una marca de pintura y las cortas se aplican sobre el resto del arbolado empezando por el más mal conformado. Se aplica este tipo de aclareo cuando el objetivo principal es el de crecimiento de latizal.

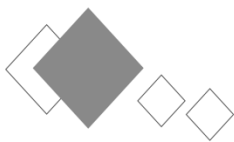
### 2.1.4. ACLAREO MECÁNICO

Se realizan las cortas prefijando un cierto espaciamiento de acuerdo al sistema de extracción de la trocería y sin considerar las diversas clases silvícolas del arbolado como son dominantes, codominantes y dominados. Esta operación se hace por razones de simplicidad y considerando que el mismo operario de la motosierra es el que va señalando los árboles a derribar. Este tipo de aclareo se lleva a cabo cuando el objetivo principal es la producción de material celulósico.



Fuente: propia, bosque comunal de Momostenango, 2017





### 3. CUÁNTOS GRADOS DE ACLAREO SE RECONOCEN

El grado o intensidad con que se realizan los aclareos varía con la especie, el índice de tolerancia a la sombra de las especies, la calidad de sitio; así como la edad y la conformación deseada del arbolado. Se distinguen básicamente tres grados de aclareo y en el caso de las coníferas, las intensidades de los aclareos son las siguientes:

#### 3.1. GRADO –B- (ACLAREO LIGERO)

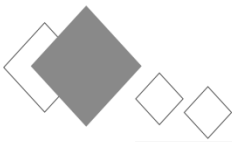
Se cortan los árboles muertos, los enfermos, los decadentes, los doblados, los suprimidos y algunos de los intermedios. La intensidad de corta en número de árboles varía del 20-30 % y entre el 12- 16 % en área basal y volumen de la masa. Este grado de aclareo se aplica generalmente en masas muy jóvenes en edad de vardascal o latizal, (8-12 años de edad y 8-12 cm de diámetro, según la calidad de sitio).



Fuente: propia del bosque comunal de Momostenango.







### 3.2. GRADO-C- (ACLAREO MODERADO)



Fuente: propia del bosque comunal de Momostenango

Se cortan los árboles mencionados en el Grado-B y además los intermedios, la mayoría de los codominantes defectuosos y los peor conformados de los dominantes. La intensidad de corta en área basal o volumen varía entre el 18-25 %.

Se aplica en masas en edad de latizal a joven fustal (12-18 años de edad

y 20-30 cm de diámetro, según la calidad de sitio).



### 3.3. GRADO-D- (ACLAREAO EXTENCIVO)

Se cortan las clases de árboles mencionados en el Grado-C y además el resto de los codominantes mal conformados y varios de los codominantes bien



conformados, los dominantes defectuosos. La intensidad de corta en volumen varía del 25-35 % y se aplica en masas en edad de joven a medio fustal, (18-30 años de edad y 30-45 cm).

Fuente: elaboración propia bosque comunal del municipio de Momostenango

### 4. EJEMPLO DE CORTAS DE ACLAREO

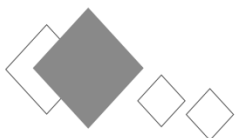


Fuente: elaboración propia bosque comunal de Momostenango

Supongamos que en el año 2000 se hizo una reforestación de “pino colorado” (*Pinus oocarpa* Schiede) en una superficie de 10 ha (228.90 cuerdas), con un espaciamiento de 2.5 m x 2.5 m, o sea una población de 1,600 árboles por hectárea. Después de 8 años de realizada esta

reforestación se tiene en la actualidad una sobrevivencia del 80 % o sean 1,280 árboles por hectárea, con una altura promedio de 10 m, un diámetro promedio de 10 cm.





Fuente: Propia, bosque comunal de Momostenango

entre los árboles por la luz, el agua y los nutrientes; manifestándose esto por la mayor presencia de árboles dominados e intermedios que no han podido alcanzar el dosel superior y que ahora es ocupado por los árboles dominantes y codominantes.

Como el arbolado tiene apenas 8 años de edad (etapa de latizal), el incremento en altura ya está alcanzando su máxima expresión y en consecuencia, el incremento en diámetro se comienza a acelerar, las copas de los árboles ya empiezan a cerrarse, y esto quiere decir, que aumenta la competencia

Esta situación ocasiona una desaceleración del crecimiento en diámetro del árbol que es necesario evitar para no reducir el incremento en volumen de la masa, ya que es uno de los objetivos principales de la silvicultura forestal, es precisamente acelerar el crecimiento de la masa hacia su óptima expresión, de acuerdo a la especie y la calidad de sitio del lugar.



Fuente: Propia, bosque comunal de Momostenango



Para evitar el estancamiento del incremento en diámetro, es necesario realizar los aclareos en forma oportuna, con el fin de reducir la competencia biológica entre los árboles y redistribuir el incremento en volumen en los mejores árboles del bosque.

En consecuencia, en el caso de nuestro ejemplo, es necesario tomar la decisión de dar un primer aclareo por lo bajo con Grado B, equivalente a una intensidad de corta ligera que se estima en un 90 % en número de árboles o sean 1,152 árboles/ha. Por lo que las 10 ha de bosque tendrán arboles bien desarrollados, obteniendo arboles semilleros que proporcionaran al bosque, plántulas, latizal, brinzal y fustal.

### Plántula



Fuente: elaboración propia, bosque de Momostenango, año 2017

### latizal



Fuente: elaboración propia, bosque de Momostenango, año 2017

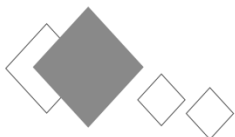


Fuente: elaboración propia, bosque de Momostenango, año 2017



Fuente: elaboración propia, bosque de Momostenango, año 2017





## SEGUNDA PARTE

### 1. PODAS

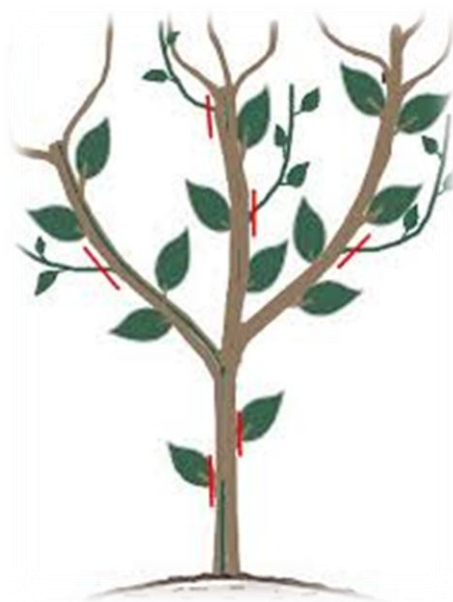
Es el corte de las ramas del fuste o tronco, mediante un corte completo y limpio, con el uso de las herramientas adecuadas. El principal objetivo de la poda es evitar la formación de nudos muertos, y reducir y concentrar los nudos vivos en una parte específica del árbol, y mejore la calidad de la madera.

Es muy útil, pues apoya la prevención y control de incendios forestales, al reducir el tamaño de las copas de los árboles.

### 2. TIPOS Y TÉCNICAS DE LAS PODAS SILVÍCOLAS

#### 2.1. ¿CUÁL ES EL OBJETO DE LA PODA SILVÍCOLA?

El objeto de mejorar la conformación del árbol y la calidad de la madera.



Fuente: manual árboles frutales, año 2005

#### 2.3. PODA EN ÁRBOLES FRUTALES

Donde esta operación se hace para inducir la floración y facilitar la cosecha de los frutos.





## 2.4. PODA EN ÁRBOLES ORNAMENTALES

Donde se realiza con el objeto de evitar daños a las líneas de transmisión eléctrica, telefónica y edificios o con el propósito de mejorar la arquitectura del paisaje urbano y se hace para dar una mejor conformación al follaje



Fuente: guía silvícola para árboles ornamentales año 2005

## 2.5. PODA EN ÁRBOLES FORESTALES

Se hace con el objeto de mejorar la conformación del fuste e incrementar la calidad de la madera.



Fuente: guía silvícola para árboles forestales año 2005



### 3. ¿POR QUÉ ES NECESARIO PODAR?



Fuente bosque, comunal de Momostenango, año 2017

La poda forestal como práctica silvicultural tiene como finalidad producir madera limpia, es decir, libre de nudos, y con ello obtener productos de aserrío de mejor calidad.

Mientras se mantienen las ramas bajas en los árboles, la madera tiende a producir nudos grandes y estos son uno de los defectos más comunes que disminuyen la calidad, así como el valor de la madera.

### 4 ¿CUÁNDO DEBE EVITARSE LA PODA?

Es necesario tener en cuenta que la poda es en principio una herida que se causa al árbol y por lo mismo puede tener malas consecuencias cuando se realiza inadecuadamente y no como aconseja la técnica silvícola. Se aconseja no realizar las podas en época de invierno para evitar causarle daños al árbol.

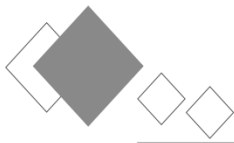
**Época de Invierno se debe de evitar la poda.**



Fuente: guía silvícola para árboles forestales  
año 2005



Fuente: guía silvícola para árboles forestales,  
año 2005



No es conveniente realizar la poda en árboles de especies muy susceptibles al ataque de plagas o enfermedades, porque se facilita el acceso de las mismas y aumenta el riesgo de su propagación. Tampoco hay que aplicar la poda cuando no se tenga la herramienta adecuada, por el riesgo que hay de efectuar cortes mayores de los estrictamente necesarios.

## 1. ¿CUÁNDO ES CONVENIENTE REALIZAR LA PODA?

La poda es más adecuado realizarlo en la estación de verano de los bosques naturales o plantaciones. Los tiempos de promedio son 4-6 años que es el tiempo necesario para pasar de una categoría diamétrica a la inmediata superior, ya que en estas condiciones el árbol responde mucho mejor a esta práctica silvícola, sin reducir el incremento en altura.

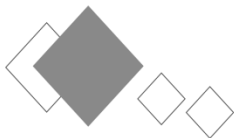
### La época de verano se debe de realizar las podas



Fuente: guía técnica de manejo silvicultura año 2005

Para realizar la poda se deben elegir cuidadosamente y señalar aquellos árboles mejor conformados que se van a dejar en pie para los últimos aclareos, ya que será en estos árboles donde se concentre el mayor esfuerzo del cultivo silvícola, (en el cual la poda es una práctica muy importante)

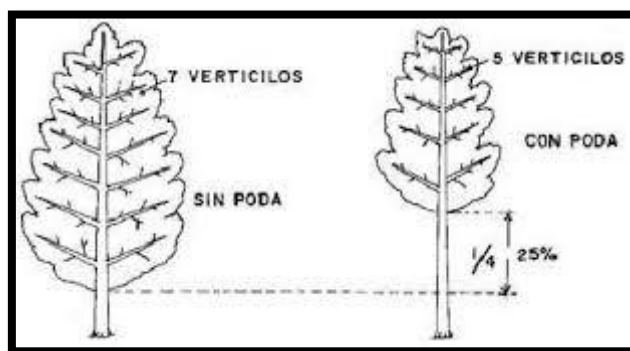




## 2. ¿CUÁNTOS MÉTODOS HAY PARA DEFINIR LA INTENSIDAD DE LA PODA?

Existen básicamente dos métodos para definir la intensidad de la poda:

**A** - El primer método consiste en fijar una cierta proporción de la altura de la copa viva a podar, ya sea un cuarto (25%), un tercio (33%) o un medio (50%) de dicha altura y después aplicar la poda.



Fuente: guía técnica en silvicultura de podas forestal año 2005

**B**- En el segundo método hay que considerar las alturas de la primera troza comercial, ya sea de 8, 12 o 16 pies, arriba de la altura del tocón, o sea 2.80, 3.70 y 5.20 m. del fuste desde la base del árbol en el objeto de realizar la poda gradualmente en 2-3 intervenciones, empezando por las ramas más bajas, según vaya alcanzando el árbol la altura de 7, 9 y 11 m, respectivamente.

## 3. ¿CUÁL ES LA TÉCNICA ADECUADA PARA APLICAR LAS PODAS?

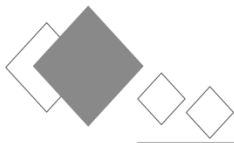
Se delimita el bosque por intervenir con señalamiento de los árboles perimetrales.

En el caso de rodales naturales, se define el número de árboles por hectárea que van a quedar en pie después del último aclareo, los cuales podrían ser por ejemplo unos 500-600/ha, según la especie, la calidad de sitio.

Se señalan con un punto de pintura dichos árboles, cuya población puede representar la tercera parte o la mitad de los árboles existentes. De preferencia, estos árboles serán los únicos que se poden, ya que como mencionamos anteriormente, no tiene sentido podar los que van a salir en los primeros aclareos.







#### 4. ¿CÓMO HACER EL CORTE DE LAS RAMAS?

Las ramas se cortan al ras del fuste, sin dañar la corteza del árbol, ya que los daños al mismo pueden debilitar al árbol y hacerlo más susceptible al ataque de hongos, que posteriormente pudren la madera.



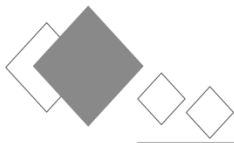
Fuente: guía técnica de Javier 2009

Para podar las ramas es recomendable utilizar dos tipos de herramientas, según el grueso de cada una de ellas, a saber:

**A -** Poda de ramas de 3-5 cm de diámetro. En el caso de ramas delgadas el corte se puede realizar con serrucho curvo. Es importante sujetar bien la rama al momento del corte, porque se puede desgajar la corteza con la caída de la rama, originando una herida mayor al árbol.







Fuente: guía técnica de podas de Javier, 2009



Fuente: guía técnica de podas de Javier, 2009

**B-** Poda de ramas gruesas mayores de 5 cm de diámetro. En este caso es necesario utilizar una motosierra con espada chica. En el proceso de corte es importante eliminar primeramente, la parte más pesada del tronco y el ramaje, razón por (como lo muestra la siguiente ilustración), y el tercero será, lo más cerca del fuste. Esta técnica ayuda a evitar daños a la corteza del árbol.

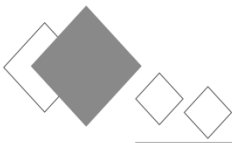


Fuente: Guía técnica de podas de Javier 2009



Fuente: Guía técnica de podas de Javier 2009





## 5. ¿QUÉ EQUIPO SE UTILIZA PARA ACLAREOS Y PODAS?

**Serrucho Curvo**



**Motosierra chica con barra de 12" a 16"**



**Podadora de motor con extensión**

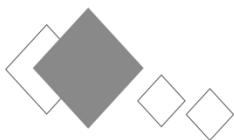


**Escaleras ligeras**



**Gafas**





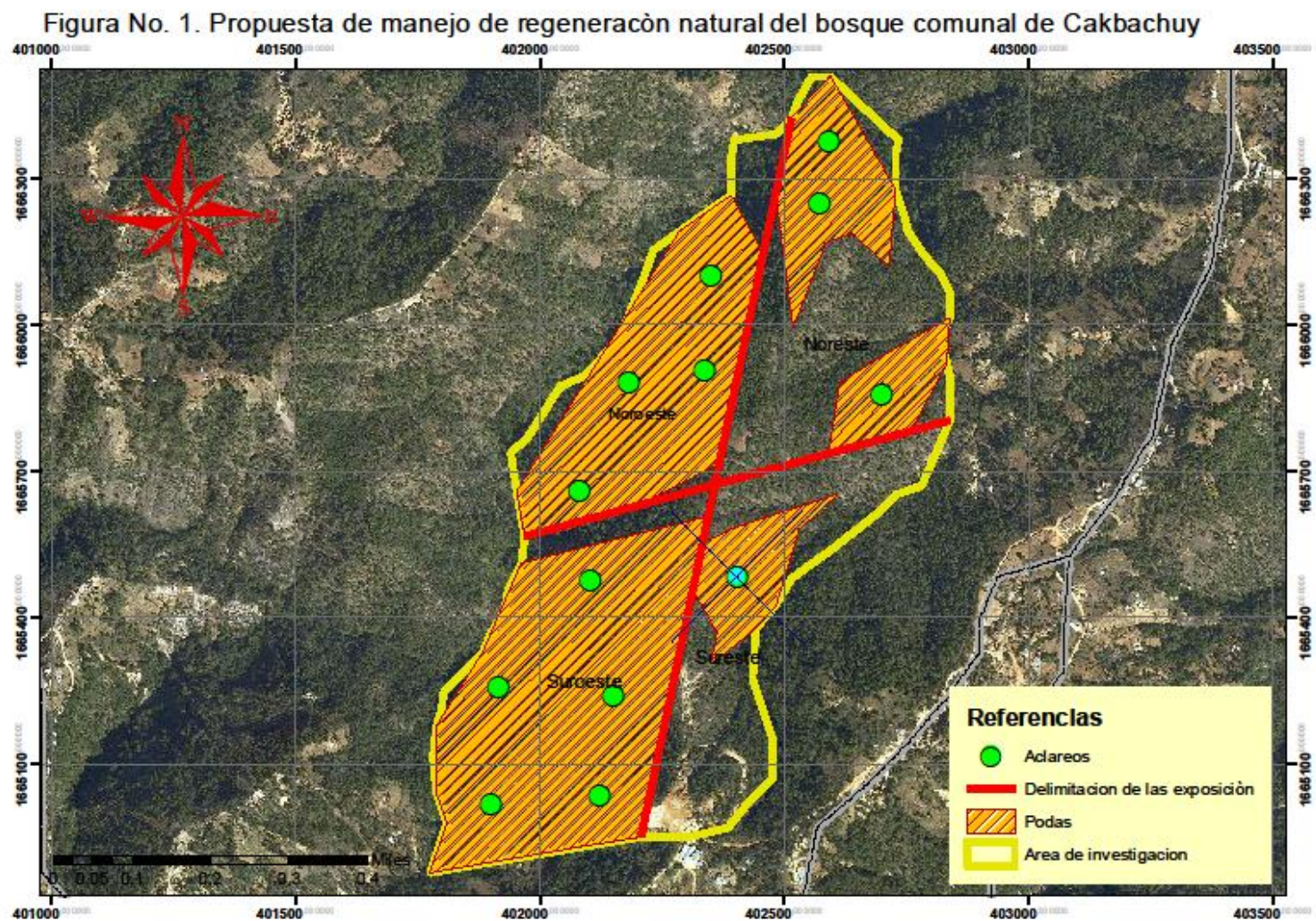
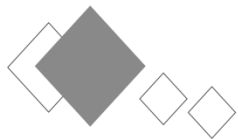
## 6. APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS SILVÍCOLAS DE ACLAREOS Y PODAS

Es de vital importancia aplicar las técnicas silvícolas de aclareos y podas, en beneficio de la regeneración natural del Pino colorado (***Pinus oocarpa*** Schiede) del bosque comunal de Cakbachuy, Barrio Santa Ana, municipio de Momostenango.

- a) Realizar aclareos de tipo selectivo, para permitir dejar un buen número de árboles bien conformados y así obtener un desarrollo óptimo de las categorías: plántulas, brinzal, latizal y fustal. Esta técnica permitirá realizarlo principalmente en las exposiciones: noroeste con cuatro aclareos, exposición suroeste con cinco aclareos, en la exposición noreste con tres aclareos y sureste con un aclareo respectivamente, como se detalla en la figura No. 1 de la guía técnica para el manejo silvícola forestal.
- b) Por otro lado, se aplicarán podas en las cuatro exposiciones, con intensidades de un cuarto (25 %), siendo ellas: exposición noreste, conteniendo un área de 6.70 ha del rodal 1 y rodal 2 con 3.57 ha; exposición sureste con 4.09 ha del rodal 3; exposición suroeste con 26.72 ha del rodal 4 y noroeste con 17.33 ha del rodal 5; esto permitirá dejar una proporción de altura de las copas vivas en el bosque comunal de Cakbachuy, a la vez, este método contribuirá a la prevención de cualquier ataque de enfermedades y plagas.







Fuente: Elaboración propia, bosque comunal de Cakbachuy, Municipio de Momostenango

### Referencias Bibliográficas

- Budowski, G. (2000). *Análisis y diseño de políticas forestales y de recursos naturales*. Revista forestal centroamericana.
- Camilo E, G (2008). *Casos prácticos para muestreo e inventarios forestales, división de ciencias forestales*. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.
- Comisión forestal del estado. (2003). *Proyecto para Establecer Plantaciones Forestales Endoenergéticas en el Estado de Michoacán*. Gobierno del Estado. Morelia Michoacán, México.
- Coord. De Asesores del Gobernador, (2005). *Proyecto para Establecer Cinco Huertos Semilleros del Género Pinus en las Principales Regiones Forestales del Estado de Michoacán*. Gobierno del Estado, Morelia Michoacán, México.
- Daniel, T. W., A. J. Helms y S. F. Baker. (1982). *Principios de Silvicultura*. Editorial McGraw-Hill. México, D.F. México.
- Fernandez, J. Almora, M. (1989). *Efectos de aclareos en la regeneración natural del Pinus rudis*. En San Jose de la Joya Galeana, Nuevo Leon.
- Geifus. F. (1994). *Guía Técnica para la Aplicación de Podas en Plantaciones Forestales*. Guía Técnica No 7. CIPAC, INIFAP, SARH. Uruapan, Michoacán, México.
- García M.J., Mas P.J. y Aguilar R.M., (1996). *Desarrollo de una Plantación de Pinus herrerae en la Región Suroccidental de Michoacán*. Folleto Técnico No 14. CIFAP-Mich., INIFAP. Uruapan, Michoacán.
- Geilfus F., (1994). *El Árbol al Servicio del Agricultor. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural*. Volumen 2 Guía de Especies. CATIE. Turrialba, Costa Rica.




- Porras. J. (2009). *Aclareos y podas silvícolas en bosques naturales y plantaciones forestales*. Guía técnica para el manejo forestal sostenible No.1. Comisión forestal Estado de Michoacan, Mexico.
- Ley Forestal. Congreso de la República de Guatemala, Decreto número 101-96, (1996).
- Marena (Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales). (2003). Ley forestal N°462, decreto N° 73-2003. Reglamento forestal. Gaceta oficial 208. Managua Nicaragua. Consultado 20 jul 2011.
- Máquez, M. (2010). *Análisis de espacio temporal de la ocurrencia de incendios forestales en Durango, México*.
- Ramírez Bastidas, (1998). Yesid. *El Derecho Ambiental*. Colombia, Ed. Gustavo Ibáñez.
- Smith, Et. Al. (1997). *Incorporación de árboles y arbustos en los cafetales del valle central de Costa Rica*. Cartago. ICAFE/ITCR, Costa Rica.





## Referencias Bibliográficas

- Budowski, G. (2000). *Análisis y diseño de políticas forestales y de recursos naturales*. Revista forestal centroamericana.
- Camilo E, G (2008). *Casos prácticos para muestreo e inventarios forestales, división de ciencias forestales*. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México./
- Comisión forestal del estado. (2003). *Proyecto para Establecer Plantaciones Forestales Endoenergéticas en el Estado de Michoacán*. Gobierno del Estado. Morelia Michoacán, México.
- Coord. De Asesores del Gobernador, (2005). *Proyecto para Establecer Cinco Huertos Semilleros del Género Pinus en las Principales Regiones Forestales del Estado de Michoacán*. Gobierno del Estado, Morelia Michoacán, México.
- Daniel, T. W., A. J. Helms y S. F. Baker. (1982). *Principios de Silvicultura*. Editorial McGraw-Hill. México, D.F. México.
- Fernandez, J. Almora, M. (1989). *Efectos de aclareos en la regeneración natural del Pinus rudis*. En San Jose de la Joya Galeana, Nuevo Leon.
- Geifus. F. (1994). *Guía Técnica para la Aplicación de Podas en Plantaciones Forestales. Guía Técnica No 7*. CIPAC, INIFAP, SARH. Uruapan, Michoacán, México.
- García M.J., Mas P.J. y Aguilar R.M., (1996). *Desarrollo de una Plantación de Pinus herrerae en la Región Suroccidental de Michoacán*. Folleto Técnico No 14. CIFAP-Mich., INIFAP. Uruapan, Michoacán.
- Geilfus F., (1994). *El Árbol al Servicio del Agricultor. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural*. Volumen 2 Guía de Especies. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Porras. J. (2009). *Aclareos y podas silvícolas en bosques naturales y plantaciones forestales*. Guia técnica para el manejo forestal sostenible No.1. Comisión forestal Estado de Michoacan, Mexico.

  
08/11/18



Ley Forestal. Congreso de la República de Guatemala, Decreto número 101-96, (1996).

Marena (Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales). (2003). Ley forestal N°462, decreto N° 73-2003. Reglamento forestal. Gaceta oficial 208. Managua Nicaragua. Consultado 20 jul 2011.

Márquez, M. (2010). *Análisis deespecio temporal de la ocurrencia de incendios forestales en Durango, México.*

Ramírez Bastidas, (1998). Yesid. *El Derecho Ambiental.* Colombia, Ed. Gustavo Ibáñez.

Smith, Et. Al. (1997). *Incorporación de árboles y arbustos en los cafetales del valle central de Costa Rica.* Cartago. ICAFE/ITCR, Costa Rica.



08/11/18





## Glosario

**Antropogénicas:** son los efectos, resultados o procesos que son consecuencia de acciones humanas.

**Aclareo:** es una técnica silvícolas se utiliza para mejor la población de árboles.

**Biológicas:** La biológica es aquella que se dedican a estudiar la vida y sus procesos.

**Bosque:** Comunidad biológica de plantas y animales que está dominada por árboles y otras plantas leñosas.

**Copa del árbol:** conjunto de ramas y hojas que forman la parte superior de un árbol.

**Codominantes de un árbol:** el tamaño relativo de su copa es menor.

**Conífera:** Árbol que pertenece al orden de las Coniferales, habitualmente perenne, con conos y hojas en forma de aguja, punzón o en escamas, como el pino, la picea, el abeto y el alerce, denominados a menudo “árboles resinosos”.

**Dominante:** En la clasificación sociológica, árbol que pertenece al estrato dominante de la masa y recibe luz en su parte superior y lateral.

**Especie:** Unidad sistemática usada en biología, que se refiere a un grupo de individuos que poseen características comunes y pueden reproducirse entre sí. La especie está compuesta de poblaciones.

**Erosión:** Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos.

**Follaje:** Conjunto de hojas y ramas de árboles y plantas

**Fuste:** tronco de un árbol.

**Flora:** Conjunto de las especies vegetales no cultivadas que viven en un lugar determinado. Incluye árboles, arbustos, hierbas, pastos y otras especies vegetales.

**Incremento:** es el aumento de la masa forestal en el tiempo ya sea individualmente, en números de árboles o el aumento de ciertas características como el DAP.

**Manejo forestal:** es la rama de la ingeniería forestal que se ocupa de las actividades administrativas, económicas, legales, sociales, etc. de los bosques.

**Plaga:** colonia de organismos animales o vegetales que ataca y destruye los cultivos y las plantas.

**Poda:** consiste, esencialmente, en eliminar una parte de un árbol, un arbusto o una planta florífera con el objeto de ayudar a la naturaleza en el sentido y en la dirección que resulten útiles al hombre.

**Recursos naturales:** Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico

**Silvicultura:** Conjunto de actividades relacionadas con el cultivo, el cuidado y la explotación de los bosques y los montes.

**Tala:** es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye la superficie forestal.

## Anexo No. 25.Tabla No. 38. Presupuesto de la propuesta

## Presupuesto para el desarrollo de la propuesta

<b>Recursos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Q. Valor en quetzales</b>	<b>Q. Valor en quetzales</b>
Computadora	Unidad	1	.4,000.00	4,000.00
Impresora	Unidad	1	3,700.00	3,700.00
USB	Unidad	1	85.00	85.00
Cámara fotográfica	Unidad	1	1,800.00	1,800.00
Internet	Hora	8	3.00	24.00
Hojas	Resmas	4	15.00	60.00
Copias	Unidad	100	00.20	20.00
Lapiceros, marcadores	Unidad	5	2.00	10.00
Alimentación	Día	2 veces por semana (3 meses )	20.00	480.00
Transporte	Día	2 veces por semana (3 meses)	16.00	385.00
			<b>Sub total 9641.20</b>	<b>Total 10.564.00</b>

Fuente: elaboración propia, registro de presupuesto de la propuesta. Septiembre del año 2017.

Anexo No.26. Tabla No 39. Cronograma de actividades

No.	Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
		2018	2018	2018	2018
1	Elaboración de la propuesta.	X			
2	Presentación de la propuesta		X		
3	Correcciones de la propuesta.		X		
4	Socialización de la propuesta a las entidades.		X		
5	Socialización de la propuesta de parte de los técnicos y alcaldes comunales.			X	
6	Taller para socializar la guía en el bosque comunal.			X	
7	Ejecución de la guía en el bosque.				X

Fuente: elaboración propia, cronograma de actividades. Septiembre del año 2017